УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ ТРУДОВОЙ ШКОЛЫ

А. И. БАРАНОВ

ШКОЛЬНЫЙ АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ГОРОДОК И УПРОЩЕННЫЕ ПРИБОРЫ ПО КОСМОГРАФИИ

Просмотрел и дополнил Д. А. Александров

„Нет ничего вреднее, когда взамен „голоса природы“ раздается только голос учителя“.

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД
1925

ОГЛАВЛЕНИЕ.

1*

Приложения.

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА.

Проф. Покровский в предисловии к своему учебнику космографии указывает, что космография принадлежит к захудалым предметам в нашей средней школе и что ее изучение дает ничтожные результаты. К сожалению, нельзя не присоединиться к словам уважаемого профессора.

Где же искать причину этого ненормального явления? Почему сам по себе высоко-интересный по содержанию предмет дает такие отрицательные результаты? Мы, вероятно не ошибемся, если скажем, что причина этого неуспеха всем преподавателям космографии давно ясна. Странно было бы изучать, например, химию, не производя опытов, или проходить физику, довольствуясь только чертежами приборов в учебнике; но еще более странным является исключительно догматическое, чисто формальное изучение неба, сидя в классе, по мертвым таблицам или по чертежам преподавателя, когда небесный свод постоянно над нашими головами, являясь, таким образом, наиболее доступным объектом для непосредственного изучения; и в тех учебных заведениях, где «меловая» космография заменена наглядным методом, не может быть и речи о сухости и безжизненности, и предмет делается далеко не захудалым. Но, говоря о необходимости наглядного метода при прохождении курса космографии, нельзя не сказать о тех затруднениях, которые встречаются при его выполнении. Уже в силу того обстоятельства, что в космографии большая часть курса черпается из наблюдений, преподавание этого предмета наглядным методом часто зависит от времени года, состояния погоды и вообще от причин, не зависящих от преподавателя. Наконец, далеко, не все можно изучить, просто выйдя под открытое небо; часто требуется наличность и некоторых удобств при наблюдениях, которыми, к сожалению, обладают далеко не все учебные заведения. У нас на родине еще не во всякой трудовой школе есть порядочная астрономическая труба, а если таковая и имеется, то в редких случаях она бывает использована в должной мере за отсутствием подходящего для нее помещения, выносить же трубу для каждого наблюдения, а особенно если она

с параллактической монтировкой, далеко не легкая работа, подчас отравляющая и самые занятия; то же надо сказать и относительно других не менее важных приборов. Все эти неудобства, однако, отпадают, если приборы и труба помещены в специально устроенной школьной обсерватории, но устройство последней часто бывает не по силам учебному заведению, так как обходится не в одну сотню рублей.

Говоря о школьных обсерваториях, нельзя не обратить внимания на одно недоразумение, мало кем отмеченное. В большинстве случаев школа ограничивается устройством только одной башни для помещения астрономической трубы, давая таким образом предпочтение одному только прибору, далеко не имеющему первенствующего значения в систематическом курсе космографии. Наличность такой обсерватории нередко подводит и преподавателя, в особенности недостаточно опытного и увлекающегося.

Не обладая достаточным опытом, он не всегда может сдержать в границах системы обычную пытливость воспитанников, часто имеющую оттенок простого любопытства. Преподаватель чуть ли не с первого сеанса начинает показывать все доступное наблюдению. Перед глазами теоретически совершенно неподготовленных слушателей, подчас совершенно незнакомых с элементарными законами суточного вращения небесного свода, проходят планеты, сложные системы звезд, туманности и другие интересные объекты, но все видимое сопровождается отрывочными, бессистемными пояснениями, которые, разумеется, не могут сознательно и прочно быть усвоены слушателями; при повторных наблюдениях материал, естественно, исчерпывается, интерес понижается, и нередко как раз к тому моменту, когда было бы кстати обратить внимание на проходимый по курсу объект наблюдения.

На-ряду с изложенным, в редком учебном заведении, украшенном школьной обсерваторией, можно встретить хотя бы примитивное приспособление для установки гномона, теодолита, солнечных часов и других приборов, при помощи которых практически закладывается фундамент космографических знаний, без наличия которых астрономическая труба является мало полезной, а подчас и вредной роскошью.

На преподавательских съездах и в педагогической литературе прочно установился взгляд на прохождение в школе космографии. Для преподавателей теперь ясно, что космография, в каком бы классе ни давались из нее сведения, *без практических занятий недопустима*, и прежний, «меловой», метод должен отойти в область истории.

Не отрицая желательности устройства астрономической башни для рефрактора, где подобную роскошь допускают средства, считаем, однако, что в первую очередь должны быть устроены приспособле-

ния (площадки, балконы) для удобства практических работ; разумеется, было бы лучше всего, чтобы заведение имело то и другое, но при условии, чтобы и башня не была только местом созерцания величия вселенной, а была бы убежищем и для самостоятельных работ юных, пытливых умов, тогда нам не пришлось бы наблюдать обычную картину: заведение располагает подходящим помещением для наблюдений, но последнее пустует довольно продолжительное время в течение учебного года; пустует даже и тогда, когда бывают налицо все данные для производства наблюдений, т.-е. благоприятные атмосферные условия, интересное астрономическое явление, или, наконец, проходится такой отдел космографии, который особенно успешно мог бы быть усвоен наглядным путем. Правда, это явление зависит еще и от других причин. Иногда на это до известной степени влияет общая постановка учебного дела в заведении или личный взгляд преподавателя на практические занятия. Не менее важной причиной являются и наши учебники по космографии. Просматривая их, выносишь невольное впечатление, что у их авторов, если иногда и закрадывается боязливое желание знакомить учащихся с небом путем непосредственного наблюдения, то это желание сейчас же замаскировывается совершенно лишним балластом формул.

В русской астрономической литературе есть не мало руководств для астрономических наблюдений, но и они мало приспособлены к программам школы, нося скорее характер любительский, и этот любительский оттенок невольно переносится в школу, что, разумеется, нельзя считать нормальным явлением. К тому же большинство руководств предполагает наличность дорогих астрономических приборов, каковыми наша школа пока не богата.

Мы считаем, что *сведения из космографии должны быть сообщаемы во всех классах, но при непременном условии применения наглядного метода,* а предлагаемая книга является попыткой оказать посильную помощь как руководителю, так до известной степени и учащимся, в деле оборудования космографического кабинета и школьной обсерватории по возможности своими средствами.

Некоторые из описанных приборов, благодаря своей конструктивной простоте, легко могут быть приготовлены и самими учащимися, давая, таким образом, богатый материал для занятий ручным трудом; с этой целью в описании их места́ми приведены указания чисто технического характера. Разумеется, при их изготовлении возможны некоторые дальнейшие конструктивные упрощения или совершенно иные вариации, но каковы бы они ни были, преподаватель должен руководствоваться соображением, что учебный прибор должен удовлетворять следующим требованиям: 1) *быть наглядным,* т.-е. давать наглядную и верную *схему* иллюстрируемого, а размеры прибора должны допускать объяснение всему классу.

2) *Прост по конструкции*, т.-е. передавать лишь сущность явления, не отвлекая внимания учащихся лишними конструктивными деталями; прочен и легко исправляем. Однако, простота конструкции не должна исключать изящества изготовления прибора, и не надо уклоняться в сторону грубой самодельщины. 3) *Быть доступным по цене.*

Описанные приборы не являются лишь плодом чертежного измышления — все они были приготовлены и применялись при прохождении курса.

На-ряду с приборами упрощенной конструкции на страницах предлагаемой книги указаны приборы и более сложные, но на большинство из них надо смотреть, как на пособия лишь полезные, но не обязательные при прохождении курса. Эти приборы в большинстве случаев придется приобретать, так как приготовить их своими средствами не всегда возможно.

Руководитель, располагающий серией приборов, умело применяемых при прохождении курса, может рассчитывать, что он заинтересует учащихся, а интерес к предмету — это уже верный залог дальнейшего успеха.

Разумеется, предлагаемый скромный труд является лишь частью дела, желательно было бы дать руководителю практических занятий и особое руководство [1]). В подобном руководстве особенно нуждаются преподаватели космографии, так как не секрет, что большинство преподавателей космографии берется за преподавание этого предмета (и не всегда с охотой), не будучи его специалистами, чаще всего космографию читают преподаватели физики и математики, разумеется, заинтересованные больше в успехе по своей специальности, нередко пополняя дефекты по ним за счет космографии. Вполне естественно, что у таких преподавателей не может быть особого интереса и времени следить за приватным для них предметом и тем более вырабатывать собственные методы практического его прохождения.

В заключение обращаюсь к коллегам с просьбой не отказать в присылке мне всякого рода указаний по поводу изложенного.

А. И. Баранов.

24 февраля 1919 г.
Петроград.

---

[1]) В настоящее время единственным руководством является прекрасная книга Н. Платонова: «Практические занятия по начальной астрономии».

ОТ РЕДАКТОРА.

Издаваемая ныне книга А. И. Баранова была приготовлена им к печати к концу 1918 года. Книга была сдана в печать, но выход ее был задержан. В сентябре 1922 года А. И. Баранов умер.

Среди его работ осталась сброшюрованная и помеченная 1920 годом корректура книги «Школьный астрономический городок и упрощенные приборы по космографии», кроме 7 листа, который должен был содержать окончание библиографического указателя, таблицу, касающуюся способов оценки качеств построенной или приобретенной трубы, и еще какие-то приложения неизвестного содержания.

В таком виде книга прислана была мне для просмотра и подготовки к печатанию.

За исключением весьма небольших и несущественных изменений текст книги сохранен. В виду отсутствия готовых клише, все рисунки пришлось перечертить. Эту работу исполнил М. М. Скорняков.

Вторая часть книги — «Школьная астрономическая обсерватория» оставлена почти совершенно без изменений.

Все более существенные дополнения сделаны в виде особого приложения.

Дополнения эти следующие:

1. Описание способа вырезывания горизонта для планисферы.
2. Градуирование линейки для измерения высоты солнца над горизонтом.
3. Теория секстанта.
4. Приготовление градуированных дуг.
5. Испытание уровня и нанесение на нем делений.
6. Черчение циферблата горизонтальных солнечных часов.
7. Деление суточных путей солнца на солнечной планисфере на часы.
8. Описание солнечного кольца проф. С. П. Глазенапа и способа поверки им часов.

Указание на необходимость решения перечисленных задач сделано в тексте книги, но методы решения не указаны.

В виду трудности доставать в настоящее время необходимую литературу и того обстоятельства, что книгой будут пользоваться и лица, не являющиеся специалистами, я счел полезным довести решение каждой задачи до конца.

Приводимая мною теория секстанта введена в виду ее простоты и большей естественности для элементарного объяснения.

В виду того, что автор книги в первой ее части описывает не только им самим конструированные приборы, но и приготовленные другими лицами, я позволил себе в приложении описать несколько приборов, на которые, как мне известно, не обращали до сего времени надлежащего внимания, но введение которых может оказаться полезным при преподавании космографии в классе и при практических занятиях.

1. Приборы для зарисовывания созвездий на плоскости и на сфере (Н. Н. Соковнин).

2. Маленькие универсальные приборы для изучения горизонтальных и экваториальных координат (Н. Н. Соковнин).

3. Прибор для демонстрации явления аберрации (Н. Н. Соковнин).

Прибор, описанный в тексте книги, дает лишь внешнюю картину перемещения положения звезды благодаря явлению аберрации света. Прибор Н. Н. Соковнина позволяет усвоить сущность явления.

В § 12 описан простой высотомер А. И. Баранова. Принцип прибора и модель его демонстрировались автором на съезде преподавателей физики, химии и космографии в сентябре 1921 года.

Кроме того мною приложены к книге: 1) описание способа серебрения стекол; 2) справочная таблица при фотографировании. Таблица эта была составлена А. И. Барановым и напечатана им в виде приложения к книге Ф. Кениссе «Астрономическая фотография». Мною сделано к этой таблице несколько примечаний; 3) значительно пополнен, а отчасти и вновь составлен библиографический указатель. В корректуре, оставшейся после смерти А. И. Баранова, имеется лишь часть указателя, содержащая 63 названия.

Надеюсь, что сделанные дополнения не окажутся бесполезными.

В последние годы преподавание космографии не усовершенствовалось. Этому помешало много причин. Главная из них — непонимание у большинства педагогов и вообще деятелей просвещения той огромной важности, которую представляет изучение астрономии в деле построения нормального естественно-научного миропонимания у учащихся. Для преподавания космографии нет подготовленных людей и нет средств.

Будем надеяться, что выпуск работы А. И. Баранова покажет что преподавать астрономию в трудовой школе можно и должно

без магазинных сложных и дорогих приборов, а на простых самодельных.

Ни одним преподавателем астрономии не сделано так много для выведения предмета из класса в природу, как А. И. Барановым. К тому же он не на словах, в статьях, программах делал это, а на самом деле, в жизни. Эпиграф к его работе, напечанный на заглавном листе книги, звучит совершенно искренне:

«Нет ничего вреднее, когда взамен «голоса природы» раздается только голос учителя».

В заключение прошу все замечания по поводу предлагаемой работы присылать мне (Басков пер., д. 8).

Д. А. Александров.

22/II 1923.
Петроград.

КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ.

Первое издание «Астрономического Городка» вышло весною 1924 года. Необходимость второго издания показывает, что книга оказалась полезной. Во втором издании исправлены некоторые недочеты первого и в библиографическом отделе указано несколько вновь вышедших книг.

Д. А.

Ленинград.
3/XI 1924.

I. Космографические приборы.

Прохождение систематического курса космографии в старшем классе, при обязательном условии проведения его наглядным путем, встречает при своем выполнении подчас серьезные затруднения, и в этом отношении преподаватель космографии поставлен в более неблагоприятные условия, чем его коллеги по физике и химии; последние, сообщая теоретическую часть курса, могут иллюстрировать его по своему усмотрению когда угодно, не выходя из кабинета, тогда как преподаватель космографии зависит в этом отношении от многих причин: неблагоприятная погода или неподходящее расположение светил заставляют его отлагать наблюдения на неопределенное время или прибегать к безусловно вредному в педагогическом отношении значительному забеганию вперед, в результате начинает применяться догматика, столь несвойственная космографии. Совершенно в иные условия будет поставлено прохождение систематического курса, если учащиеся получат предварительный запас знаний в младших классах. Нет надобности, чтобы эти знания были обширны, гораздо важнее, чтобы они были усвоены наглядно, путем личных наблюдений.

При умелой постановке дела подобные наблюдения обычно вызывают большой интерес у учащихся даже самых младших классов. Эта работа облегчается еще и тем, что не требует регулярности ее ведения: к наблюдениям прибегают в подходящих случаях, т.-е. при благоприятных условиях, с непременным, однако, условием, *чтобы эти наблюдения велись самими* учащимися и чтобы *все ими виденное заносилось в дневник. Ведение дневника работ необходимо считать обязательным во всех классах,* и на эту, так сказать, документальную сторону работы должно быть обращено серьезное внимание преподавателя. Дневник с занесенными рисунками и схемами, являясь прекрасным конспектом при усвоении подготовительных сведений, даст богатый материал для собственных выводов учащихся при прохождении ими систематического курса, не говоря уже про то высоко-педагогическое значение, которое имеет вообще всякий дневник веденных работ.

Приступая к организации практических работ, необходимо иметь серию приборов, в значительной степени облегчающих наглядное прохождение курса космографии. С педагогической точки зрения желательно, чтобы эти приборы отличались, помимо наглядности, и простотой, т.-е. чтобы они не отвлекали внимания слушателей своими техническими деталями, часто совершенно не относящимися к сути дела. К сожалению, не все покупные приборы отвечают этим требованиям, к тому же большинство из них стоит довольно дорого, а потому мы смело рекомендуем значительную часть их приготовить собственноручно. Из дальнейшего изложения читатель увидит, что приготовление их вряд ли встретит затруднения в техническом отношении, а между тем выполнение их представит для учащихся прекрасный по разнообразию и интересу материал для ручного труда. Но не все приборы могут быть приготовлены своими средствами, а потому, в силу необходимости, некоторые приборы и пособия придется покупать. Однако, приобретая их, надо быть осмотрительным, не забывая каждый раз тех основных требований, которым должны удовлетворять приборы и пособия по космографии, т.-е. наглядности и простоты конструкции.

ГЛАВА I.

Изучение звездного неба.

Для постепенного знакомства с звездным небом необходимо иметь звездную карту по возможности большого формата с отчетливо нанесенными звездами и ясными надписями. Из русских изданий наиболее подходящею является звездная карта до 30° южн. склонения (диаметр карты 48 сант.), изданная Нижегород. Кружком любителей физики и астрономии в 1909 г. Экземпляры этой карты, наклеенные на папку, должны быть помещены в классах. Для справок полезно иметь несколько экземпляров звездного атласа А. А. Михайлова (4 карты до 35° южн. склон., звезды до 5,5 величины) изд. Моск. Общ. любителей астрономии. Для более детального изучения звездного неба можно рекомендовать еще прекрасный звездный атлас Мессера (приобресть последний необходимо с несогнутыми таблицами).

При изучении звездного неба большую пользу может оказать *планисфера*, т.-е. прибор, показывающий вид неба для данной широты и для данного момента [1]. Подобную планисферу не трудно

[1]) Прекрасную планисферу издал А. А. Михайлов (Петроград, Научное книгоиздательство) в 1922 г. Планисфера Чикина, приложенная к журналу «В Мастерской Природы» и получившая поэтому большое распространение, удачной быть признана не может, так как она сделана неотчетливо, находить на карте созвездия очень трудно. *Д. А.*

приготовить и своими средствами, воспользовавшись для этого отчетливой звездной картой (до 35 — 40° южн. скл.) из курса космографии [1]), или из атласа Мессера. Карта наклеивается на папку и аккуратно затем вырезается по внешней окружности; из другого куска папки вырезается круг с диаметром внутренней окружности карты (чаще всего градусные деления); вырезая второй круг, необходимо оставить 4 ушка (рис. 1-й), которыми верхний круг соединяется с 3-м, нижним, тоже папочным кругом такого же диаметра, для чего ушки сгибаются и приклеиваются к нижнему. В верхнем круге делается круглый или овальный вырез, в зависи-

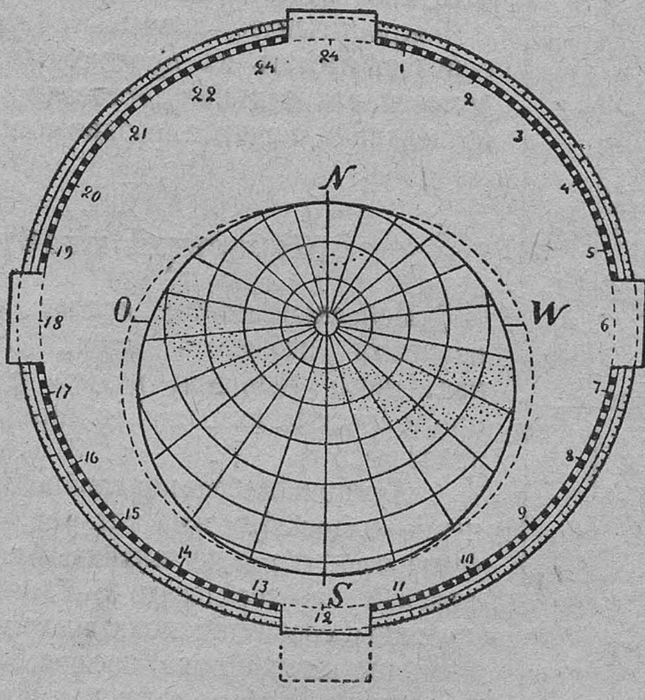


Рис. 1.

мости от проекции карты и соответственно широте места наблюдения. Центр вращающейся карты соединяется кнопкой с центром нижнего круга. Теперь остается нанести на верхнем круге часовые деления и отметить страны горизонта, соединив точки N и S черной ниткой — меридианом (см. прилож. III, 1).

Очень наглядно и отчетливо выполнена планисфера Манга (A. Mang, Stuttgart), единственным ее неудобством являются немецкие обозначения созвездий и несоответствие выреза на верхнем круге с широтою места наблюдений, хотя последнее неудобство не столь важно, так как оно касается звезд, лежащих вблизи горизонта.

---

[1]) Для планисферы вполне удовлетворительная карта приложена к сборнику задач по космографии Каменьщикова.

Для более подробного изучения отдельных созвездий можно приготовить несложный прибор — *указатель звезд*; он состоит из простого фонаря (рис. 2), в передней его стенке вставляется матовое или простое стекло, снаружи та же стенка имеет пазы для вкладывания звездной карты; для этого особенно хороши карты отдельных созвездий из звездного атласа Мессера или из звездного атласа Михайлова, при чем каждая таблица последнего должна быть разрезана поперек на 2 части. С подобным указателем очень удобно изучать небо отдельными участками.

Пропитывать карты особыми составами с целью сделать их прозрачными нет необходимости, так как при достаточно яркой лампе созвездия и надписи различаются легко.

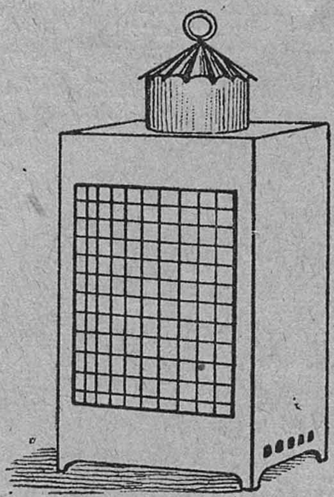




Рис. 2.

Небесный глобус.

Небесный глобус, являясь пособием при изучении звездного неба, служит и для наглядного решения целого ряда задач как при теоретических, так и при практических занятиях.

Лучшим небесным глобусом надо считать черно-матовый, на котором координатная сетка, тропики и эклиптика нанесены красной краской, а звезды до 5-й величины белой; границы созвездий показаны пунктиром; обозначены главнейшие звезды, но без всяких совершенно ненужных фигур. Глобус должен иметь круги меридиана, горизонта, часовой и дуговую линейку. (Один такой глобус большего размера необходимо иметь с одной только сеткой без звезд.)

К сожалению, у нас в России подобные глобусы в продаже встречаются нечасто. При некотором терпении и аккуратности можно такой глобус приготовить и своими средствами.

На выставке при съезде преподавателей химии, физики и космографии, бывшем в 1913 г. в Петербурге, был выставлен хорошо выполненный небесный глобус самодельной работы.

В школе всегда найдется старый географический глобус; подправив подклейкой все его прогибы, особенно у полюсов, тщательно отчищают его поверхность мелкой стеклянной бумагой, после чего покрывают черной эмалевой краской; когда краска совершенно высохнет, приступают к самой кропотливой работе — нанесению

сетки. Для большей аккуратности, с одной стороны, и ускорения работы, с другой, можно рекомендовать следующий прием: закрепив прочно ось глобуса в зажим центробежной машины, к глобусу почти плотно приставляется тщательно вырезанный из папки полукруглый шаблон, и в этом положении он укрепляется неподвижно; на прилегающем к глобусу краю шаблона делаются метки через 10°, к которым для нанесения параллелей прикладывается рейсфедер, наполненный красной эмалевой краской, разведенной скипидаром; параллели наносятся вращением глобуса, и аккуратность их нанесения зависит от тщательной центрировки оси глобуса, и от прочности закрепления как оси, так и шаблона. Когда параллели высохнут, наносят меридианы, пользуясь для этого теми же приспособлениями; предварительно у экватора намечаются пересечения меридианов; подводя пометки к краю шаблона, проводят рейсфедером меридианы. Нанесение звезд начинают с крупнейших, придающих созвездиям определенные фигуры, пользуясь при этом хорошей звездной картой и списком звезд, из которого берутся их координаты, откладываемые на глобусе возможно точно.

Границы созвездий обозначаются пунктиром красной краской, той же краской пишутся и названия созвездий и обозначения отдельных звезд. Если глобус не имел меридиана и горизонта, то таковые не трудно вырезать из жести или выпилить из прослойной фанеры; горизонт к поставке прикрепляется полукольцом из толстой проволоки, расплющенные концы которой привинчиваются снизу к горизонту. Меридиан и горизонт окрашиваются белой эмалевой краской, деления на них наносятся краской или наклеиваются бумажные кольца с предварительно нанесенными делениями.

Эклиптику и тропики краской наносить не следует, они чертятся на глобусе *мелом* по мере надобности.

Остальные технические детали вряд ли могут вызвать затруднения.

Чтобы больше не возвращаться подробно к небесному глобусу, когда о нем будет упомянуто в следующей главе, добавим теперь же, что многие задачи, решаемые на небесном глобусе, могут быть решены и на земном, но для этого последний должен иметь те же круги, что и небесный; кроме того, на нем должна быть обозначена эклиптика.

Решения задач на небесном и географическом (земном) глобусах подробно изложены на стр. 164—174 в книге Литрова «Тайны, неба», Спб. Изд. Брокгауз и Ефрона 1904 г. [1]). См. прилож. III 2.

---

[1]) Много интересных задач помещено в небольшой книге А. М. Мануйлова «Систематический сборник астрономических вопросов и задач, решаемых помощью земного и небесного глобусов». Кишинев. III изд. 1912 г. К сожалению, этой книги в продаже теперь нет.

ГЛАВА II.

Изучение изменений суточного и годового вида небесного свода.

Армилярная сфера и др. приборы.

При изучении вопросов, связанных с видимым вращением небесной сферы, существенную пользу может оказать несложный прибор, изображенный на рис. 3; он состоит из деревянной палочки или линейки, к концам которой прикреплены с одной стороны пластинка *A* с отверстием, а с другой проволочное колечко *B* около 2-х сант. в диаметре с двумя пересекающимися под прямым углом нитями (лучше тонкая проволока). Шарниром линейка соединяется с подставкой. Направив линейку на какую-нибудь звезду, учащийся скоро заметит перемещение звезды относительно центра кольца; а линейка, направленная на полярную, укажет направление оси мира. Заменив линейку стеклянной или металлической трубкой с надетым на нее под прямым углом картонным кругом (рис. 4) и направив трубку на полярную, не трудно ознакомить учащихся с положением небесного экватора, совпадающего с плоскостью картонного круга; прибор этот дает возможность изучить экваториальные созвездия.

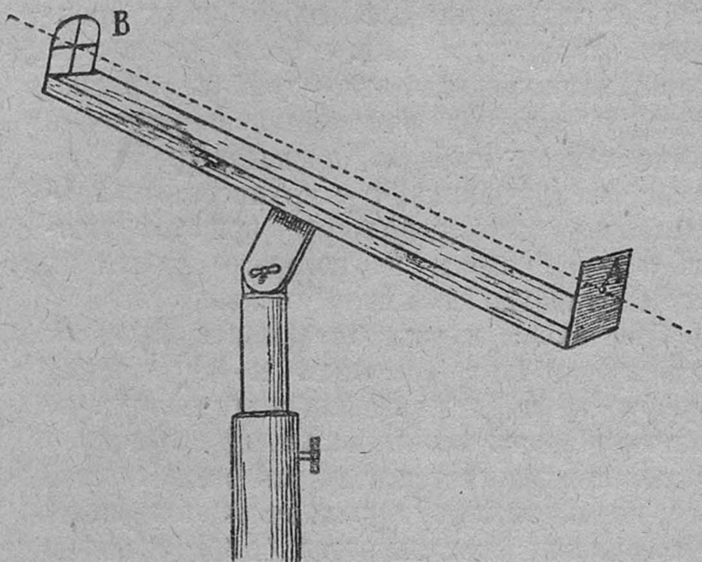


Рис. 3.

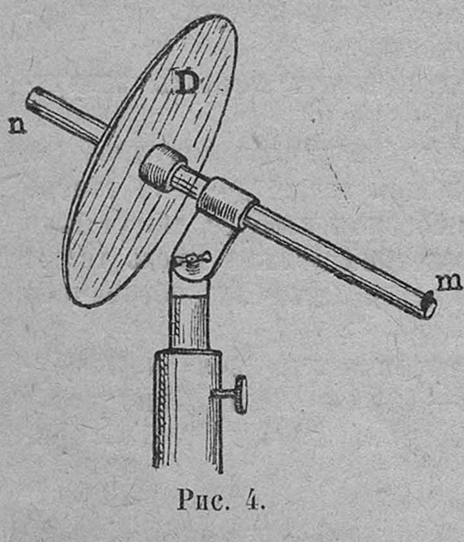


Рис. 4.

Более сложным прибором является *армилярная сфера* (рисунок 5), но и ее не трудно приготовить своими средствами. Для этого приготовляют проволочное кольцо г диаметром около 45 сант.; из более

тонкой проволоки сгибают два полукольца *a*, припиеваемые своими концами к двум круглым пластинкам *в*; диаметр второго кольца должен быть на 1 сант. меньше первого. Ко второму кольцу *aa* припаиваются 3 параллельных проволочных кольца: среднее *d* — экватор и два несколько меньшего диаметра *e* — тропики; четвертое кольцо *f*, припаянное, как показано на рисунке, изображает эклиптику; это кольцо, будучи припаяно в двух точках к кольцу *a* и к экватору, придает устойчивость всей системе.

На железный стержень *c* туго надевается деревянный земной глобус. В двух диаметрально противоположных точках экватора в глобус вбиваются 2 проволоки; последние служат осью вращения горизонта.

Горизонт вырезается из толстого бристольского картона или листового алюминия и состоит из двух половин *mm* с полукруглыми вырезами для глобуса. К каждой половине горизонта внизу, по направлению перпендикулярному к разрезной линии (полуденная линия) привинчивается по деревянной палочке S с продольными отверстиями, которыми обе половины горизонта и надеваются на выступающие проволоки глобуса. Половинки горизонта соединяются двумя проволочными дугами *xx* (одна внизу, а другая над горизонтом). В устойчивом горизонтальном положении горизонт удерживается двумя грузиками *p*, их проволоки вставляются в деревянные палочки S. Тонкая проволока с буквой Z, прикрепленная перпендикулярно к горизонту и изогнутая у глобуса, обозначает направление зенитной линии. Концы стержня *c* (ось мира) пропускаются через отверстия пластинок *в* и прочно припаиваются к наружному кольцу *t*. Чтобы сфера при вращении

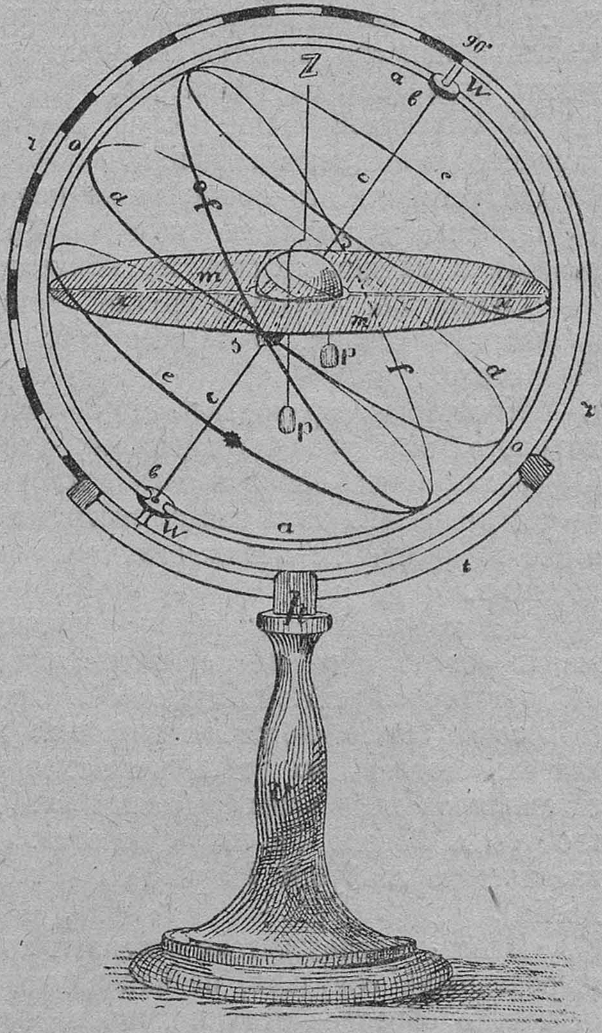


Рис. 5.

не задевала за круг *r*, на концы оси *c* надеваются согнутые из жести цилиндрики *w*.

Подставкой для сферы служит согнутая толстая четырехгранная проволока *t* с тремя металлическими ушками. У среднего ушка *h* проволока припаянным к ней винтом прикрепляется к деревянной подставке *V*. Подобная система подставки дает возможность легко и быстро придавать сфере любое положение, не прибегая к зажимам. Круги сферы для наглядности следует окрасить в разные цвета. Полезно нанести деления на меридиане (круг *r*) через 10° и разделить эклиптику на 12 частей.

В описанной выше сфере проволочное кольцо *r* может быть заменено деревянным кольцом, вырезанным из прослойной фанеры, но для устойчивости сферы ушки подставки *t* необходимо увеличить до ширины деревянного кольца. Кольцо окрашивается эмалевой краской и на нем краской же наносятся деления.

Солнце обозначается круглой металлической пластинкой с припаянными ушками, которыми она зажимается на проволоке *f* (эклиптике).

Некоторые преподаватели с успехом применяют сферы более крупного размера, устраивая их где-либо под открытым небом (с соблюдением ориентировки) из деревянных обручей; диаметр сферы подобного типа может быть доведен до 1,5 метра, но вследствие их величины и тяжести, они обыкновенно делаются не переносными.

Все вопросы, связанные с изучением суточного и годового движения солнца и вообще с изменением картины неба за эти периоды, с достаточной наглядностью объясняются на небесном глобусе, о котором было подробно изложено на стр. 4, добавим лишь, что для самостоятельных работ учащихся небесполезно иметь несколько экземпляров небольших небесных глобусов; к сожалению, подобные глобусы в России не изготовляются. Вполне удовлетворяет своему назначению глобус К. Рорбаха (Dr Carl Rohrbach, D. Reimer, Berlin).

Иногда преподаватели заменяют армилярные сферы стеклянными шаровидными сосудами, наполненными подкрашенной водой; испытав несколько образцов этих приборов, мы пришли к заключению, что они допускают решение далеко не всех вопросов, решаемых на проволочной армилярной сфере и, не отличаясь особенной наглядностью, громоздки и требуют очень осторожного с собою обращения.

Сфера проф. W. Atwood'a.

Считаем уместным здесь упомянуть об одном сооружении, оборудовать которое, пожалуй, не всякая школа в состоянии, но в больших центрах, где много учебных заведений, подобное сооружение было бы крайне желательным. Мы говорим о небесной сфере боль-

шого масштаба, построенной по идее профессора W. Atwood'a в Чикагской Академии Наук (рис. 6). Эта сфера дает возможность наблюдать группе учащихся до 15 человек. Когда очередная группа вошла внутрь сферы, ее двери закрываются. Немного спустя, когда глаза начинают привыкать к темноте, на своде сферы постепенно появляются звезды. Руководитель, вооруженный длинной палкой с электрической лампочкой на конце, приступает к объяснениям;

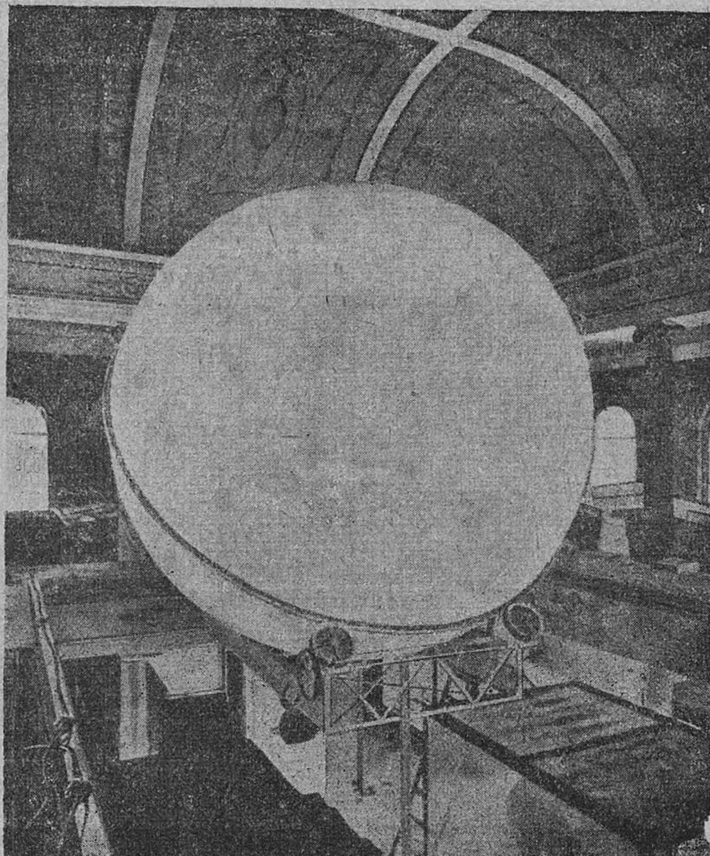


Рис. 6.

знакомит слушателей с созвездиями, указывает наиболее замечательные звезды, планеты и т. д. (рис. 7).

Передвинув ключ коммутатора, он заставляет сферу вращаться с любой скоростью. Появляется луна в соответствующей фазе, медленно проплывая по своду, она уступает место яркому солнцу, изображенному на сфере электрической лампой, при свете которой звезды меркнут. Таким образом, перед глазами юных слушателей наглядно проходит картина суточного движения небесного свода.

Сфера помещается в музее при Академии Наук; диаметр ее 5 метров, а вес, не считая платформы около 15 пудов. (Рис. 8 — разрез сферы с платформой, чертеж приурочен к широте 60°.) Сфера построена из листов тонкого (0,4 mm) гальванизированного железа, которым придана соответствующая кривизна, края их тщательно спаяны.

Деревянная платформа и круглый стол (горизонт) покоятся на прочном основании из свинченных рельс. От прогибов сфера обеспечена толстой металлической трубкой (диам. 6 сант.), прикрепленной снаружи сферы вдоль ее экватора. Этой трубой сфера опирается на три колеса с желобами. Два нижних поддерживают

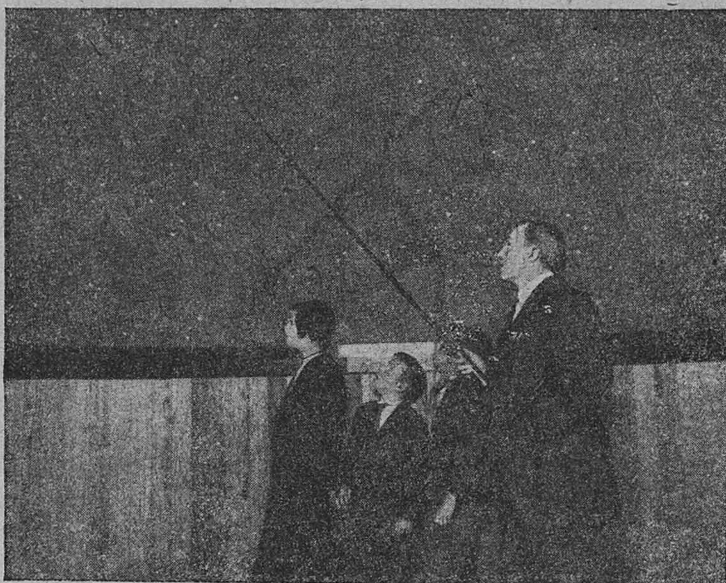


Рис. 7.

большую часть тяжести сферы, на третий, верхний, помещенный над дверью, опирается верхняя часть наклоненной сферы. Небольшой мотор вращает 2 нижних колеса, а эти последние вращают всю сферу. Звезды (до 5-й величины) изображены проколами в металлической оболочке сферы. Диаметры проколов точно соответствуют величинам изображаемых звезд. В той же оболочке сделаны проколы для планет Марса, Венеры, Сатурна и Юпитера; свободные проколы закрываются. Солнце изображено небольшой электрической лампочкой, перемещающейся по эклиптике.

Для луны приготовлена серия дисков—различных фаз, покрытых светящимся составом (смесь сернистого кальция 30 ч. и чистого белого желатина 10 ч., воды 30 ч.), прикрепляемых в соответствующем месте лунной орбиты.

Описанная сфера проф. W. Atwood'а имеет серьезное педагогическое значение при прохождении курса космографии, так как воспроизводит точную и наглядную картину неба в различные времена года; особенно она полезна в младших классах, и мы ее горячо рекомендуем тем учебным заведениям, которые располагают свободными средствами.

Нет особой надобности делать сферу столь большого диаметра и вообще при ее устройстве, ради экономии, можно было бы ввести

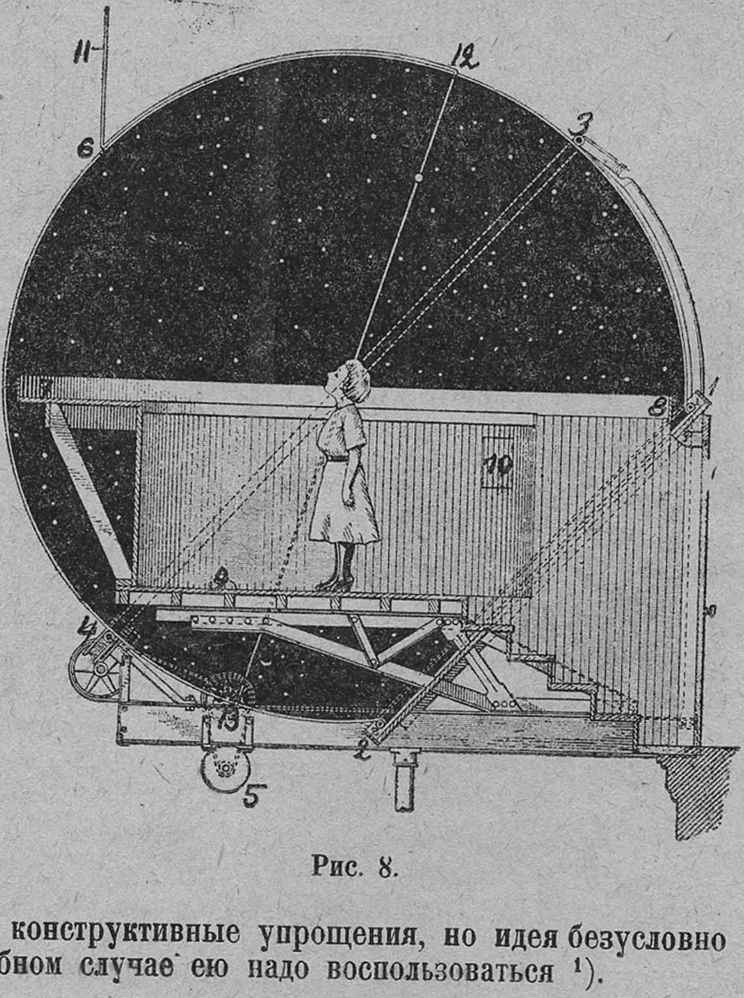


Рис. 8.

некоторые конструктивные упрощения, но идея безусловно хороша, и при удобном случае ею надо воспользоваться [1]).

Гномон и меридианный прибор.

В подготовительном курсе для определения направления полуденной линии и плоскости меридиана наиболее наглядным прибором является гномон. Испытав несколько их вариантов, мы остановились на следующем, который, по нашему мнению, является наи-

---

[1]) «Bulletin de la Société astronomique de France», 1913 г. № 10.

более наглядным (рис. 9). На ровной, посыпанной песком площадке, по возможности открытой в меридиональном направлении к N и к S на 90°, врывают столб высотой 2 — 3 арш., к столбу плотно прикрепляют (в направлении O — W) прочный металлический стержень длиною около $^1/_2$ арш., оканчивающийся металлическим кольцом: диаметр кольца около 1 дюйма и плоскость его должна быть приблизительно перпендикулярной к солнечным лучам

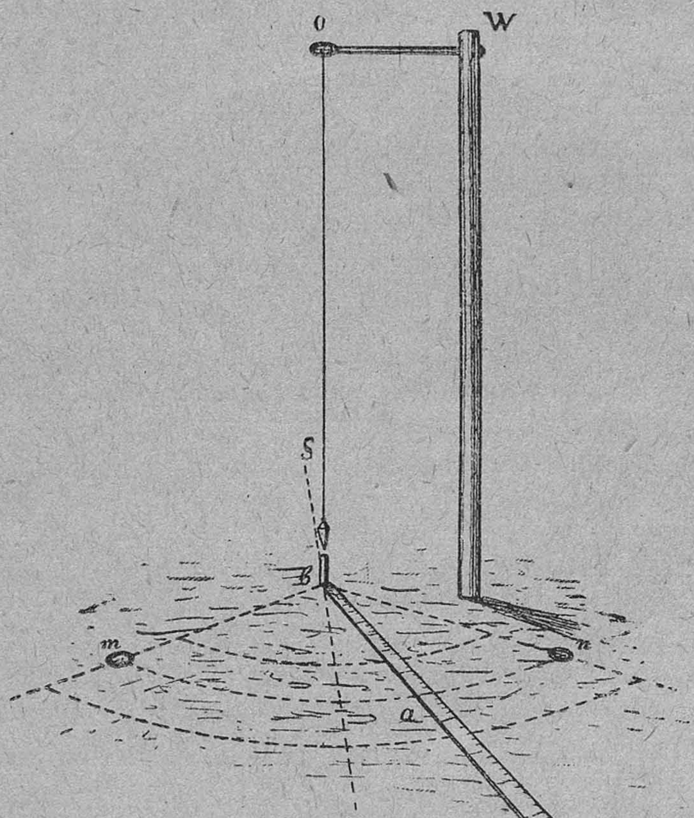


Рис. 9.

в дни равноденствий. Из центра кольца подвешивается на нитке отвес, под которым возможно точнее вбивается тонкий колышек. Приняв колышек за центр, на площадке проводится несколько полуокружностей. — Определив обычным путем направление полуденной линии, отмечают ее на песке чертой и вторым колышком.

Для определения направления плоскости меридиана по полярной или по солнцу (в истинный полдень по верным часам) может служить наглядным пособием простое сооружение, изображенное на рис. 10 — меридианный прибор. На той же площадке, где поме-

щается описанный выше гномон, врывают 2 столба высотой около 3 аршин, соединенные наверху перекладиной; к середине перекладины прикрепляется, допуская свободное вращение, деревянный аршинный брусок, к концам которого закрепляется тонкая бечева, продетая через кольцо груза. Для приведения бечевок в плоскость меридиана служат две оттяжки из бечевы, прикрепленные к одному из концов вращающегося бруска и пропущенные наверху через кольца *a*; по установке бечевок в плоскости меридиана, концы оттяжек наматываются на костыли *в*. Чтобы уменьшить колебания груза *p*, последний выгодно поместить в сосуд с водой. В темные ночи визирные бечевки надо натереть мелом или осветить сбоку небольшой лампочкой. Верность расположения бечевок временами необходимо проверять.

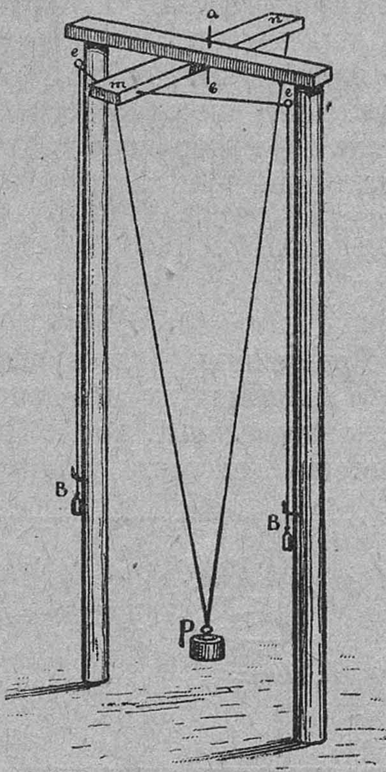


Рис. 10.

Разумеется, все манипуляции с описанными приборами должны выполняться самими учащимися.

Меридианный прибор допускает решение в первом приближении многих задач, между прочим, этим прибором наглядно иллюстрируется разница продолжительности средних и звездных суток.

ГЛАВА III.

Угломерные приборы.

Работы с угломерными приборами являются одной из важнейших серий практических занятий, требующих со стороны руководителя большой предусмотрительности при их ведении. Необходимо приложить все усилия к тому, чтобы работы эти не казались воспитанникам сухими, для чего полезно брать задачи из окружающей природы [1]), решая их всеми доступными способами, начиная с самых

---

[1]) Приводим конкретный пример: появилась радуга 10 июня в 6 часов вечера. Определить центр радуги и место наивысшей ее точки. В приведенной задаче придется сделать 2 измерения и соприкоснуться с оптикой; таким образом получится живая связь с другой наукой.

простых приборов, изготовленных самими учащимися, предоставляя по возможности полную инициативу их изобретательности.

Умелое ведение практических занятий с угломерными приборами в подготовительном курсе дает учащимся известный навык, который облегчит ту же работу с более точными приборами при прохождении систематического курса, а вместе с вновь приобретенными даст хорошую подготовку и для высшей школы, где, к сожалению, до последнего времени мало отводится места подобным занятиям.

Угломерная линейка.

Простейшим угломерным прибором, допускающим измерение углов в плоскости любого направления, является угломерная линейка или так называемый посох Иакова (baculus Jacob), служивший до изобретения секстанта угломерным прибором у моряков.

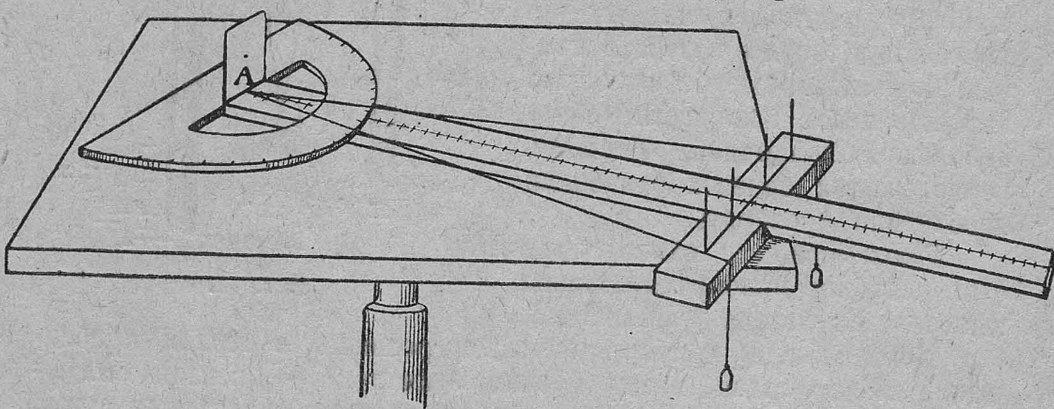


Рис. 11.

Этот прибор (рис. 11) состоит из деревянной линейки около 12 вершк. длиною трапециодального сечения; к окулярному концу линейки привинчивается металлическая пластинка — визир *A* с двумя отверстиями (нижнее должно быть у самой поверхности линейки). Вдоль линейки перемещается поперечный брусок, в который воткнуты строго перпендикулярно 4 тонких спицы, основания которых должны быть строго симметричны относительно средней линии, проведенной вдоль линейки, и соединены тонкой проволокой, служащей указателем. Внутренняя пара спиц служит для измерения меньших углов, а внешняя, более длинная пара, служит для измерения бóльших углов. Для нанесения делений на линейке поступают следующим образом (рис. 11): большой классный транспортир прикладывают центром к нижнему отверстию визира, тщательно совмещая метку 90° с продольной чертой на линейке, после чего временно

закрепляют транспортир на линейке; закрепив на булавке петлю тонкой нитки в нижнем отверстии визира, к концам нити привязывают грузики, нити прикладывают снаружи к внешним спицам, отодвигают брусок к концу линейки до совпадения нитей с градусным делением на транспортире, после чего с одной стороны продольной линии, например с правой, по проволоке бруска проводят черту, затем постепенно приближают брусок к визиру, делая соответствующие отметки указанным способом; подобным же образом наносятся деления и для внутренней пары спиц, при чем черточки и цифры пишутся левее продольной линии.

При измерении угла описанным прибором поступают следующим образом: через верхнее отверстие пластинки *А* находят те два предмета, между которыми требуется найти угол, затем двигают брусок до совмещения одной из пар спиц с этими предметами; указатель на бруске даст искомое угловое расстояние.

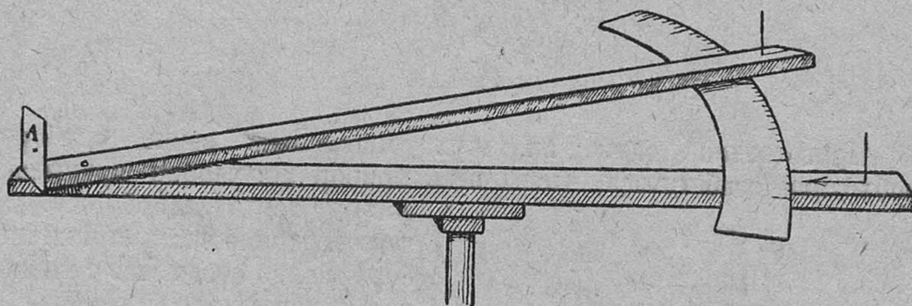


Рис. 12.

Тот же прибор может быть видоизменен, как показано на рис. 12: к вращающейся линейке прикрепляется металлическая дуговая пластинка с делениями на градусы.

Практическое применение этого прибора ясно из чертежа.

Транспортирные приборы.

Удобным в обращении и вполне наглядным измерительным прибором может служить транспортир (рис. 13); чтобы приготовить из него угломерный прибор, надо к его диаметру прикрепить визирную линейку, отверстием в центре надеть на штифт, к которому подвесить отвес. Необходимо, чтобы транспортир вращался с легким трением.

Подобного же типа прибор изображен на рис. 14; по диаметру (90° — 90°) разделенного на градусы круга (для этой цели хороши граммофонные пластинки) прикрепляется визирная линейка; к стойке прибора над центром круга подвешивается на гвозде отвес.

Перед измерением прибор необходимо установить таким образом, чтобы нить отвеса проходила точно через центр круга.

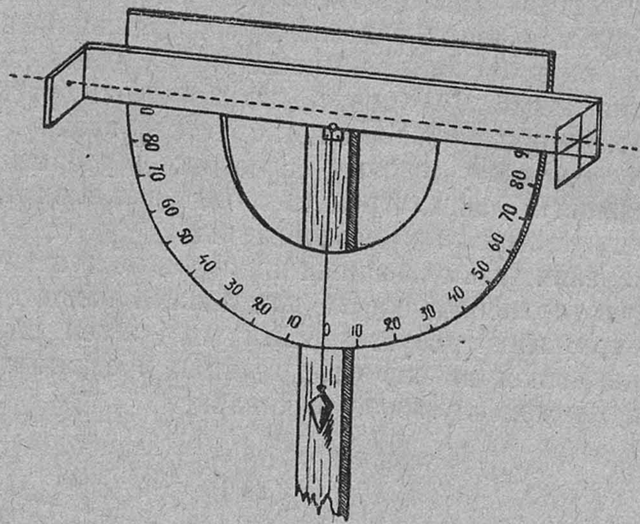


Рис. 13.

Приготовляя один из двух описанных выше приборов, необходимо озаботиться, чтобы весь прибор мог удобно вращаться, вокруг вертикальной оси, для чего верхнюю часть стойки прибора можно соединить с нижней при помощи медной трубки.

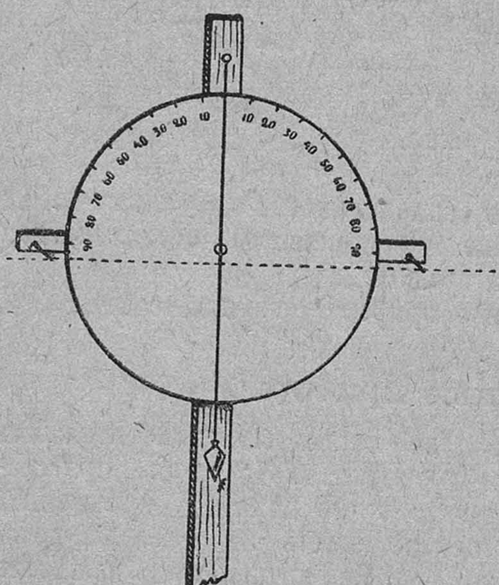


Рис. 14.

Очень хорош универсальный угломерный прибор, допускающий измерения в любой плоскости, приготовленный Robert Muencke (Berlin) (рисунки 15 и 16).

Прибор этот дает возможность наглядно ознакомить учащихся с идеями устройства распространенных угломерных приборов (астролябией, теодолитом и др.). Было бы весьма желательно, чтобы этот ценный в педагогическом отношении прибор изготовлялся у нас в России [1]).

[1]) Прибор Muencke, как видно из прилагаемой фотографии, настолько прост, что он может быть изготовлен и своими средствами; для круга можно использовать граммофонную пластинку.

Гномон.

Гномон также служит достаточно наглядным угломерным прибором при измерении высот солнца и луны. Для этой цели достаточно иметь несколько приспособленный транспортир, для чего в металлическом транспортире диаметральную часть его отгибают под прямым углом к плоскости транспортира и к внешнему ребру дуги от 3° до 60° прикрепляют узкую полоску из прозрачной кальки.

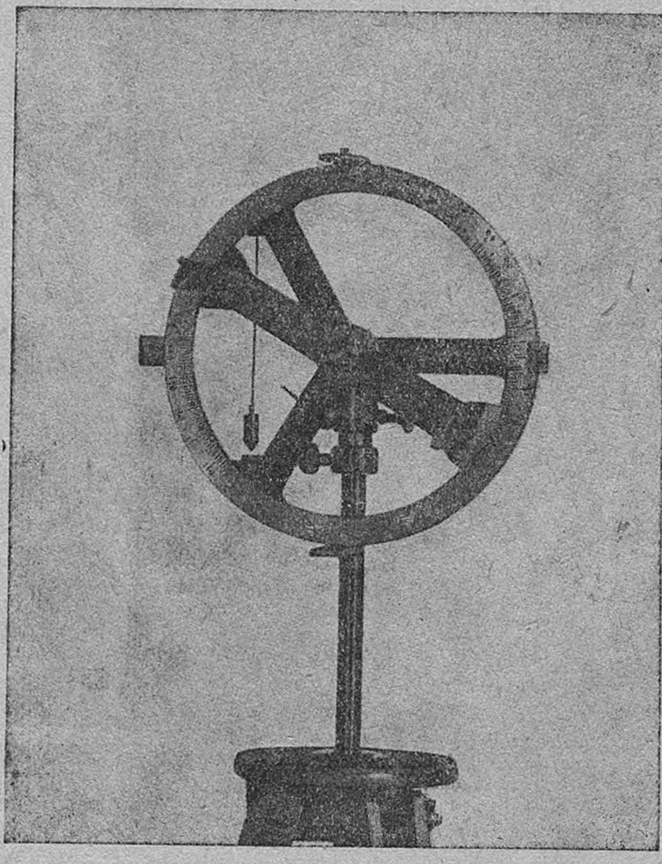


Рис. 15.

При измерении высоты солнца ставят транспортир вдоль тени таким образом, чтобы конец тени совпадал с центром. Затемненный край кальки даст соответствующий отсчет (рис. 17).

Переносный гномон небольших размеров удобнее делать из двух досок, соединенных петлями, в середине верхней плотно вставляется медная трубка длиной в толщину доски, в трубку с небольшим трением вдвигается тонкий металлический стержень (рис. 18).

Трубка вставляется с той целью, чтобы тот же прибор мог легко быть переделан в экваториальные солнечные часы, для чего достаточно верхней доске дать уклон, равный дополнению широты до 90° [1]), а в трубку вставить более длинный стержень таким образом, чтобы концы его выходили на одинаковую величину от поверхности доски; разумеется, на верхней доске должны быть нанесены часовые деления, а еще лучше для прибора — как солнечных эква-

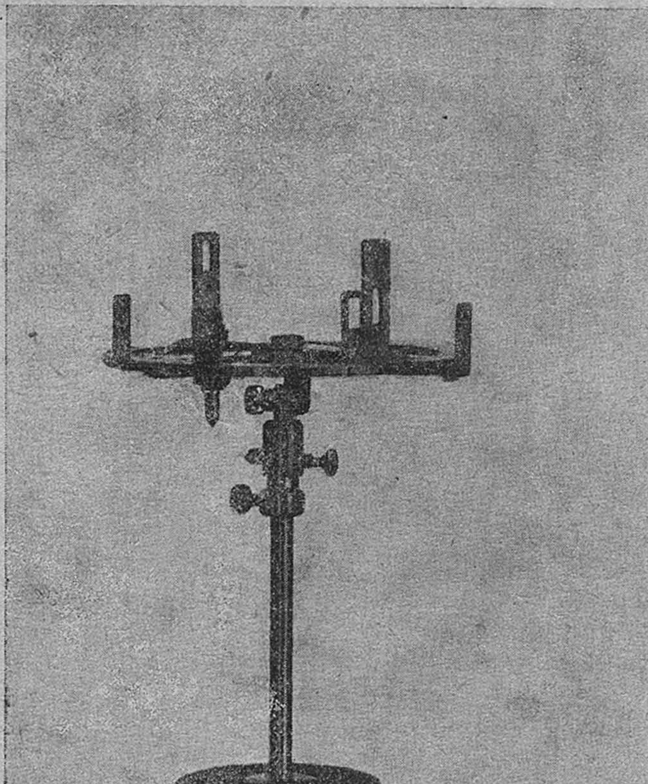


Рис. 16.

ториальных часов, иметь картонный или металлический круг с часовыми делениями, который и накладывать при надобности на верхнюю доску. Нижнюю доску необходимо снабдить 3-мя уравнительными винтами, которые не трудно приготовить из обыкновенных электрических зажимов.

---

[1]) В наклонном положении верхняя доска удерживается двумя дуговыми пластинками, привинчиваемыми для этой цели по бокам нижней доски. Придав верхней доске наклон, соответствующий широте, к боковым ее граням прикрепляют дуговые пластинки.

В тех случаях, когда измеряют высоты гномоном большего размера, изображенным на рис. 9, транспортир можно заменить линейкой *а* с кольцом *в*, на которой отмечены углы, соответствующие определенному положению тени от кольца. Эти деления нано-

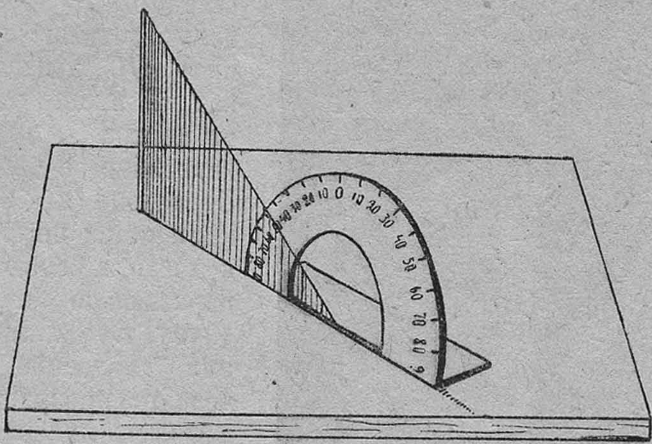


Рис. 17.

сятся на основании тригонометрических вычислений, сделанных самим преподавателем. Однако, пользоваться линейкой вместо транспортира с методической точки зрения более уместно при систематическом курсе, и тогда всю вычислительную работу можно поручить выполнить учащимся (см. приложение III, 3).

Секстант (рис. 19 и 20).

Секстант приготовляется следующим образом: вырезают из сухой полудюймовой доски (для этой цели очень хороша трехслойная фанера) $1/_6$ сектора круга радиусом около 20 сант. По дуге сектора наклеивается бумажная дуговая шкала с делениями на градусы от 0° до 60°.

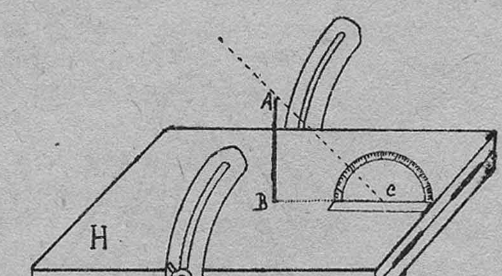


Рис. 18.

В центре секстанта *О* вращается алидада, приготовленная из простой линейки; на свободном своем конце алидада имеет вырез, сторона которого есть продолжение линии, проходящей через центр вращения алидады. Для того, чтобы алидада плотно прилегала к доске, к обратной стороне выступа алидады *Р* прикрепляется пружина, нажимающая на заднюю сторону доски секстанта.

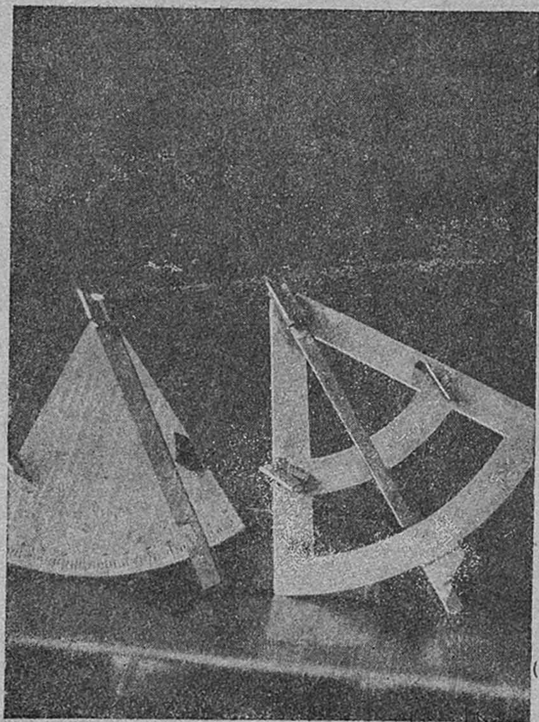


Рис. 19.

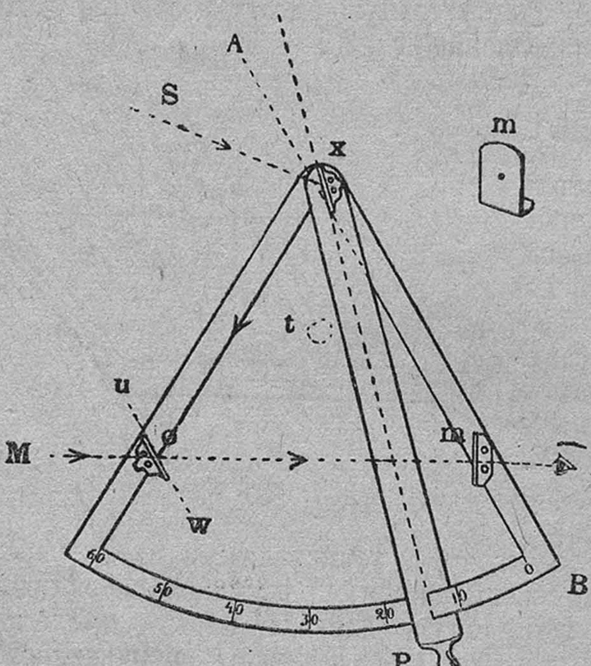


Рис. 20.

Над центром вращения алидады, перпендикулярно к последней, прикрепляется маленькое (2 — 3 сант.) зеркальце *A*; плоскость зеркальца должна совпадать с линией *OC* алидады. В точках *d* и *m*, равностоящих от центра *O*, прикрепляются зеркальце d и визир m. Зеркальце (2×3 сант.) прикрепляется перпендикулярно к доске, а своею плоскостью параллельно нулевому радиусу, т.-е. линии OB. Верхняя половина зеркальца делается прозрачной, для чего с этой части зеркальца амальгама счищается или смывается азотной кислотой. В точке m, перпендикулярно к доске, а плоскостью к линии md, прикрепляется визир, т.-е. металлическая пластинка с отверстием S. К задней стороне доски в месте t прикрепляется ручка, за которую держат секстант во время наблюдений. Для проверки правильности расположения зеркала d поступают следующим образом: ставят алидаду на 0; если теперь, держа секстант вертикально, посмотреть через визир и прозрачную половину зеркальца на какой-нибудь отдаленный предмет, то при правильном расположении зеркал тот же предмет должен отразиться и в зеркальной половине зеркальца d. Для проверки правильности

алидадного зеркала *A* смотрят в зеркало вкось, стараясь видеть в нем изображение плоскости лимба; если лимб и его изображение представляются у основания зеркала продолжением один другого, то зеркало поставлено правильно.

При помощи секстанта обыкновенно определяют высоты светил и угловые расстояния между ними. Самое измерение производится двумя способами: 1) при открытом горизонте, придав секстанту вертикальное положение, смотрят через визир и прозрачную половину зеркальца на выбранный на горизонте предмет, после чего вращают алидаду до тех пор, пока рядом с этим предметом не отразится в зеркальной половине зеркальца наблюдаемое светило. Удвоенный отсчет лимба и даст искомую высоту [1]. 2) Если же горизонт закрыт, то измерение секстантом производится при помощи искусственного горизонта; таковым может быть любой неглубокий плоскодонный сосуд, наполненный ртутью или жидким асфальтовым лаком [2]. Для измерения этим способом придают секстанту вертикальное положение и наблюдают через визир и прозрачную половину зеркальца отраженное в искусственном горизонте изображение светила, после чего движением алидады совмещают отражение того же светила в зеркальной половине зеркальца (см. схему рис. 21). Отсчет лимба (не удвоенный) и даст искомую высоту. Второй способ удобнее первого, так как устраняет необходимость вводить поправку на понижение видимого горизонта и всегда доступен.

Чтобы определить угловое расстояние двух светил *A* и *B*, придают секстанту положение, соответствующее направлению линии *AB*, после чего, смотря через визир и прозрачную половину зеркальца, положим, на светило *A*, вращают алидаду до тех пор, пока в зеркальной части зеркальца не получится отражение светила *B*. Удвоенный отсчет лимба и даст искомое угловое расстояние.

Пользуясь случаем, помещаем здесь теорию этого прибора, обычно пропускаемую в наших учебниках.

Продолжив плоскость зеркальца *в* (рис. 22) до пересечения с продолжением плоскости зеркальца *a* и направление луча S*a* до пересечения с лучом зрения *вf*, получим два треугольника *aвh* и *aвf*, в которых углы:

$$2\beta \text{ (внешний для } \Delta\ abf) = 2\alpha + \gamma \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$
$$\beta \text{ (внешний для } \Delta\ abh) = \alpha + m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Из 1-го равенства находим:

$$\gamma = 2\beta - 2\alpha \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

---

[1]) Для удобства отсчетов выгоднее на лимбе наносить двойные величины углов.

[2]) Моряки искусственный горизонт заменяют поверхностью океана.

Подставив в 3-ю формулу вместо 2β равную им сумму углов из формулы 2, получим:

$$\gamma = 2m,$$

т.-е. высота светила равна удвоенному наблюденному отсчету m. (См. приложение III, 4.)

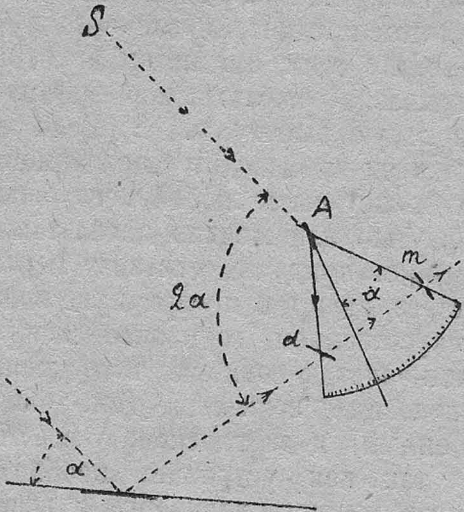


Рис. 21.

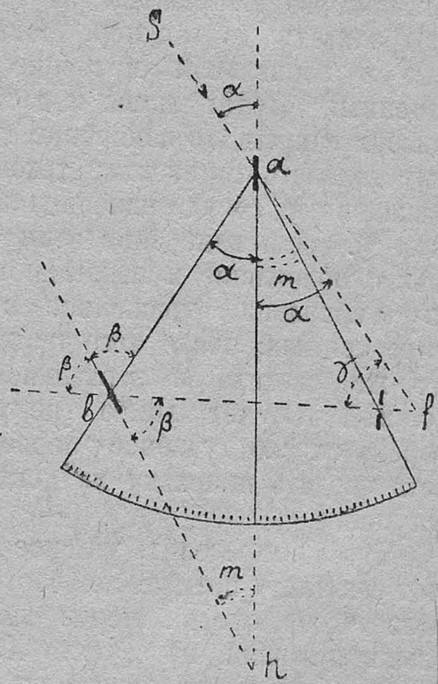


Рис. 22.

Квадрант (рис. 23).

Из дюймовой сухой доски вырезается круг диаметром около 40 сант.; к нижней его поверхности прикрепляются три нивелирных винта, а на верхнюю наклеивается круговая шкала с подразделениями на $^1/_2$ или $^1/_4{}^\circ$. Затем к обыкновенному чертежному деревянному треугольнику A (большой его катет должен быть почти равен радиусу круга или немного длиннее) прикрепляется металлический (из жести или цинка) квадрант B; его плоскость должна быть перпендикулярной к треугольнику. Квадрант имеет загиб c, придающий ему устойчивость. Нижним своим ребром квадрант прикрепляется параллельно большому катету треугольника в расстоянии 1 сант. от края последнего; по продолжению линии ребра квадранта в треугольнике делается вырез. Вдоль всего дугового

края квадранта припаивается узкая металлическая полоска, к которой приклеивается разграфленная на градусы прозрачная калька.

Для шкалы удобно применять прозрачную кальку, разграфленную на миллиметры (если, например, взять 3 милл. на 1° шкалы, то придется сделать квадрант радиусом 17,2 сант.).

К нижней поверхности треугольника, против центра квадранта O, прикрепляется металлический штифтик; он служит осью вращения треугольника с квадрантом. У вершины прямого угла треугольника над штифтиком приклеивается маленькое тонкое зеркальце (посеребренное покровное стеклышко), на которое в свою очередь наклеивается тонкая бумажка с круглым отверстием около 1 милл. в диаметре. Чтобы определить квадрантом, например, высоту солнца, при-

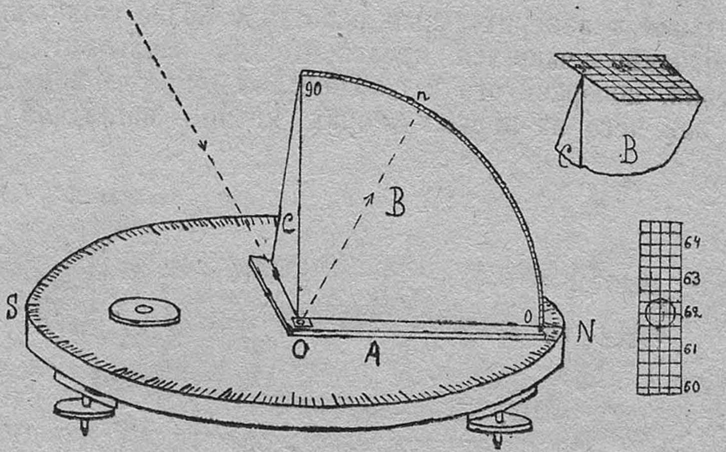


Рис. 23.

дают кругу горизонтальное положение, пользуясь для этого переносным уровнем любой системы, после чего вращают треугольник до тех пор, пока не получится на бумажной шкале квадранта отраженное от зеркальца изображение солнца; соответствующая цифра шкалы и даст искомую высоту. Этим же прибором легко решается ряд других задач [1]), но для этого прибор должен быть ориентирован, т.-е. один из диаметров круга должен совпадать с полуденной линией; для этого часа за 2 или за 3 до истинного полудня отмечают высоту солнца и соответствующее положение треугольника на шкале круга, затем после полудня поджидают момент, когда солнце вторично будет иметь ту же высоту, т.-е., например, коснется того же штриха шкалы тем же своим краем, отмечают второе положение треугольника; середина дуги между отметками двух положений треугольника и даст точку N, а продолженная линия NO —

[1]) Квадрантом наглядно решается вопрос нахождения истинного полудня совершенно так же, как и кольцом проф. Глазенапа.

направление полуденной линии; после чего у точки S ставят карандашом 0°, от которого в обе стороны до 180° наносят деления круговой шкалы через 5 или 10°. Если круг устроен двойной (что значительно удобнее), т.-е. верхний слой его может вращаться, то шкала может иметь заранее нанесенные цифры; в этом случае, отметив направление полуденной линии на нижнем неподвижном круге, диаметр NS верхнего круга приводят до совпадения с сделанной отметкой, после чего верхний круг закрепляют неподвижно. (См. приложение III, 5.)

Уровень и нониус.

Приступая к измерительным работам с более точными приборами, необходимо учащихся предварительно ознакомить с устройством уровня, поверкой его и со способом определения цены его делений, для чего на первых порах вполне наглядной является

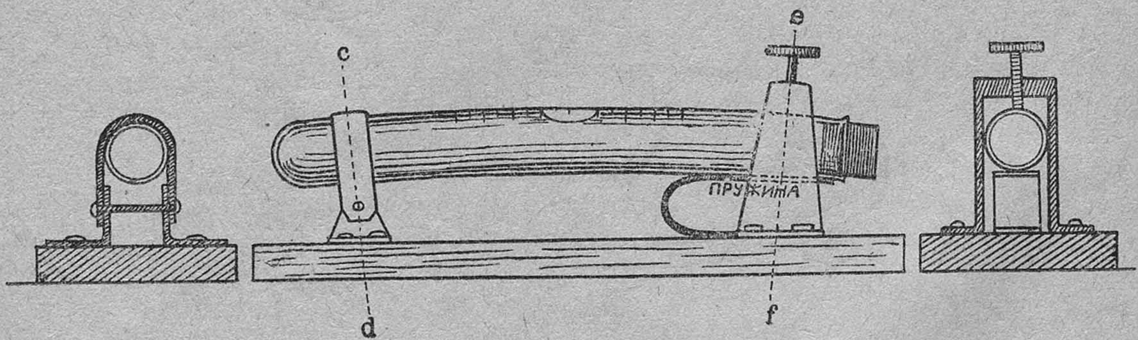


Рис. 24.

модель уровня, изображенная на рис. **24**. Как видно из рисунка, главную часть ее составляет обыкновенная пробирка, чуть согнутая в пламени спиртовой лампочки и наполненная спиртом. Разумеется, подобный прибор не может претендовать на точность, его цель — наглядно передать идею прибора.

Нанесение делений лучше всего производить на глазах учащихся, т.-е. для каждого объяснения временно, пользуясь для этого самодельным компоратором (испытателем уровней — рис. 25); его приготовляют из двух деревянных брусков (6 и 10 вершк. длиною), соединенных под прямым углом; один из уравнительных винтов на конце длинного бруска *B* должен быть снабжен кругом с, разделенным на 360°, отсчет угловой величины поворота винта производится указателем l, неподвижно прикрепленным к концу бруска. Помимо указанной модели, в распоряжении преподавателя должно быть несколько точных уровней для практических работ и соответ-

ствующее число компораторов. Желательно иметь уровни с различной ценой делений [1]). (См. дополнение III, 6.)

Второй подготовительной работой перед точными угломерными работами является нониус. Для предварительной практики полезно иметь одну крупную модель прямого нониуса и несколько круговых, приготовленных из папки. Модели круговых нониусов полезно воспроизвести с имеющихся приборов (теодолита, астролябии, рефрактора и других). Небесполезно познакомить воспитанников и с тео-

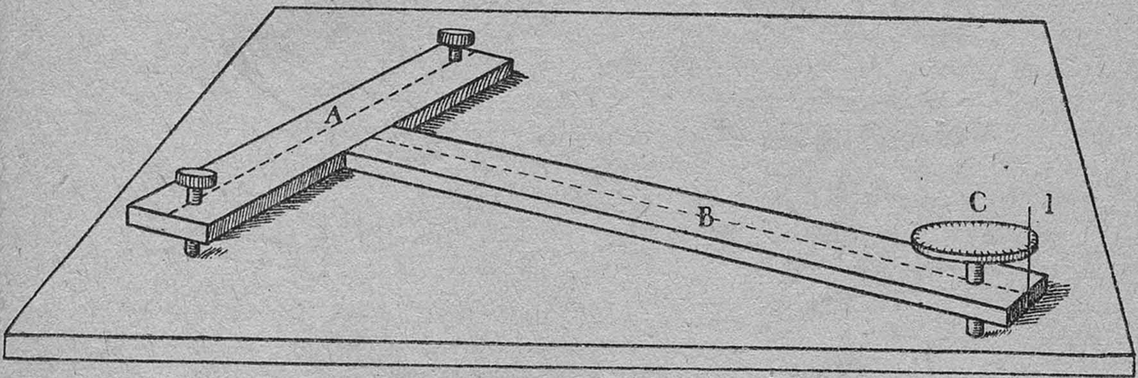


Рис. 25.

рией двойного нониуса, для чего необходимо приготовить одну модель (о двойном нониусе см. брошюру С. Ковалевского: «Двойной нониус, его теория и применение». Петроград. Изд. Стасюлевича. 1899 г.).

Теодолит.

При прохождении систематического курса космографии практические работы с теодолитом, как нам кажется, должны иметь доминирующее значение, во-первых, потому, что это первый серьезный по точности прибор, который требует при работе большой аккуратности и которую не трудно привить учащимся, если подобные работы в младших классах велись умело и продуктивно с более простыми измерительными приборами, а во-вторых, теодолит, давая возможность решать серию задач, по своему содержанию обнимающих главнейшие отделы курса, придает пройденному жизненный, прикладной характер, давая хорошую подготовительную практику тем из учащихся, которые собираются поступить в высшую школу.

Идею теодолита достаточно наглядно выясняет один из транспортивных приборов, рис. 13 и 14, но с большей наглядностью

[1]) Практические работы с уровнем см. в книге Н. Платонова: «Практические занятия по начальной астрономии». Москва. Изд. Сытина. 1911 г.

учащиеся могли бы познакомиться с теодолитом по его разборной модели — рис. 26. Эта модель с уклоном азимутального круга

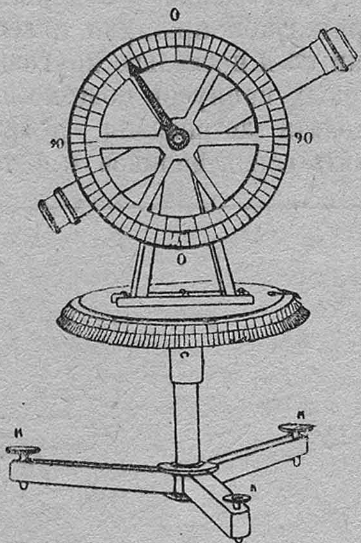


Рис. 26.

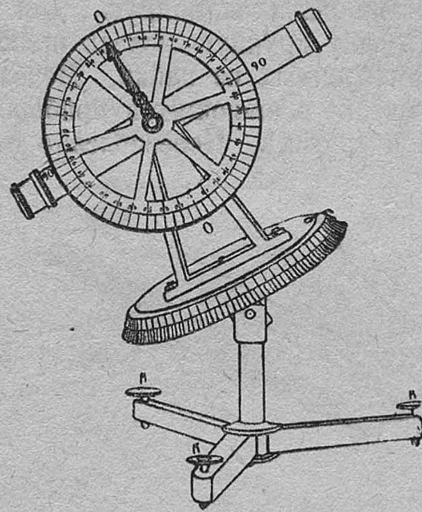


Рис. 27.

превращается в экваториал — рис. 27, а снятая (отвинченная) с азимутального круга и поставленная на отдельный столб — дает

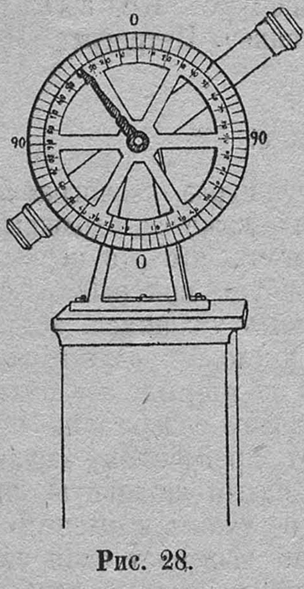


Рис. 28.

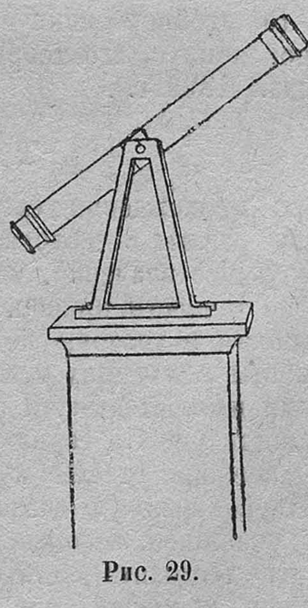


Рис. 29.

ясное понятие о меридианном круге (рис. 28) и пассажном инструменте — рис. 29. Благодаря своей конструктивной простоте, она может быть изготовлена в любой мастерской: заменив металл дере-

вом и папкой, подобную же модель не трудно приготовить и своими средствами, приспособив вместо трубы — простую визирную линейку (рис. 13 и 14).

Для практических работ в средней школе мы считаем вполне подходящим теодолит, выпущенный фирмой Max Kool (Хемниц), рис. 30. Эта модель, при сравнительной дешевизне (до войны

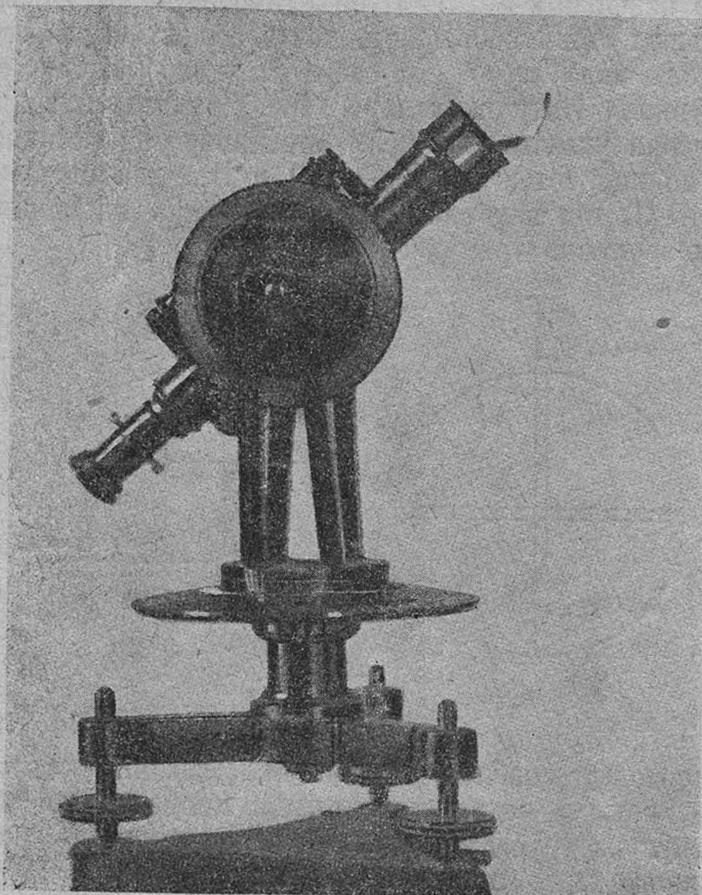


Рис. 30.

стоила около 100 марок), отличается необыкновенной конструктивной простотой, ценным для школы качеством, и достаточной точностью для практических работ в средней школе; желательно, чтобы такой «школьный» теодолит, по доступной для школ цене, готовился нашими русскими механиками; единственное усовершенствование, которое было бы желательно прибавить, — это два небольших уровня на азимутальном круге и сделать зажимную систему с винтиками) для уравнительных винтов.

Нити окуляра при ночных наблюдениях обыкновенно освещаются при помощи так называемого иллюминатора, состоящего из металлического кольца, надеваемого на объективный конец трубы; к кольцу, примерно под углом в 45°, припаяна эллиптическая посеребренная пластинка или эллиптическое кольцо *a*, рис. 30, таким образом, что лучи, идущие от какого-либо источника света, например, от маленького фонаря, отражаясь от пластинки, входят в трубу и достаточно освещают нити. Необходимо, однако, чтобы иллюминатор прикрывал лишь небольшую часть объектива, иначе в трубу попадает очень мало лучей от светила, и изображение его будет весьма ослаблено. Нити в окуляре гораздо лучше заменить (а при выписке прибора указать на замену) стеклянной пластинкой с выгравированной на ней сетью (рис. 31 — I и II), для школьных целей выгоднее сеть II, так как она дает возможность на одном приборе работать одновременно трем воспитанникам.

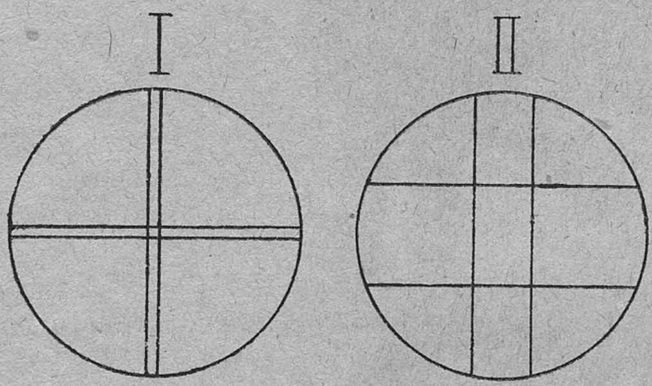


Рис. 31.

Если теодолит снабжен нитями и последние оборвались, то натягивание новых паутинных нитей производится следующим образом: вынув из трубы диафрагму сетки нитей, очищают ее спиртом от прежнего лака, особенно обращая внимание на углубления для нитей (рассматривая через лупу).

Выбрав из кокона паука нить, длиною около 2 дюймов, прикрепляют воском к обоим концам по дробинке, каждая около 1 грамма весом. Держа нить за один из грузиков, опускают ее в сосуд с водой. От влаги нить немедленно, заметно для глаза удлинится. Затем нить вынимают из воды и, держа попрежнему за один из грузиков, очищают ее от посторонних частиц с помощью оборванного края мягкой бумаги, проводя им по нити снизу вверх, т.-е. против ее веса. Затем накладывают нить на диафрагму в соответствующие углубления; для этого диафрагма должна быть расположена на подставке, чтобы дробинки могли свободно свешиваться и тем натягивать нить. По наложении всех нитей — их прикре-

пляют к диафрагме спиртовым лаком, после чего диафрагма вставляется на свое место [1]).

Заканчивая главу об угломерных приборах, укажем еще раз на прибор R. Muencke (рис. 15), широкое применение которого при практических работах систематического курса крайне желательно. (Приложение III, 7.)

ГЛАВА IV.

Приборы для измерения времени.

Практические занятия с измерением времени, благодаря их прикладному характеру, всегда интересуют учащихся, со стороны преподавателя остается лишь использовать этот интерес, направив его по методически правильному пути.

Занятия по этому вопросу вполне доступны и в младших классах, при условии соответствующего выбора приборов; разумеется, необходимо начинать с таких, которые выясняют наглядно теоретическую основу вопроса.

Гномон.

Гномон большого размера (рис. 9) является прибором, достаточно наглядным для определения момента истинного полудня. Той же цели удовлетворяет и модель, изображенная на рис. 18, допуская более точное определение момента.

Для поверки часов, идущих по звездному времени, можно воспользоваться меридиальным прибором (рис. 10).

Все перечисленные приборы дают возможность наглядно выяснить теорию и принципы определения истинного полудня.

Солнечные часы.

За последнее время на принципе солнечных часов было построено несколько моделей, но мы остановимся на наиболее простых по конструкции.

Обыкновенные солнечные часы могут быть экваториальные и горизонтальные.

Прибор, изображенный на рис. 18, может быть превращен в те или другие часы.

---

[1]) Руководитель практических работ может найти много ценных указаний относительно устройства угломерных приборов, их употребления и поверки, а также встретить материал для практических работ в книге «Справочная книжка для путешественников», издание картографич. заведения А. Ильина. Петроград. 1905.

Снабдив верхнюю доску кругом с 24 равными делениями, придав той же доске наклон под углом, равным дополнению широты до 90°, и, наконец, вставив отвесно к доске в отверстие в центре круга длинный стержень, чтобы его части были одинакового размера по обеим сторонам доски, мы получим *экваториальные* солнечные часы, которые остается лишь поместить на горизонтальной поверхности и ориентировать соответственно направлению полуденной линии.

Тот же прибор без уклона верхней доски может служить *горизонтальными* солнечными часами, если заменить вертикальный стержень другим — согнутым под углом, равным широте места наблюдения; но для этих часов необходимо приготовить циферблат

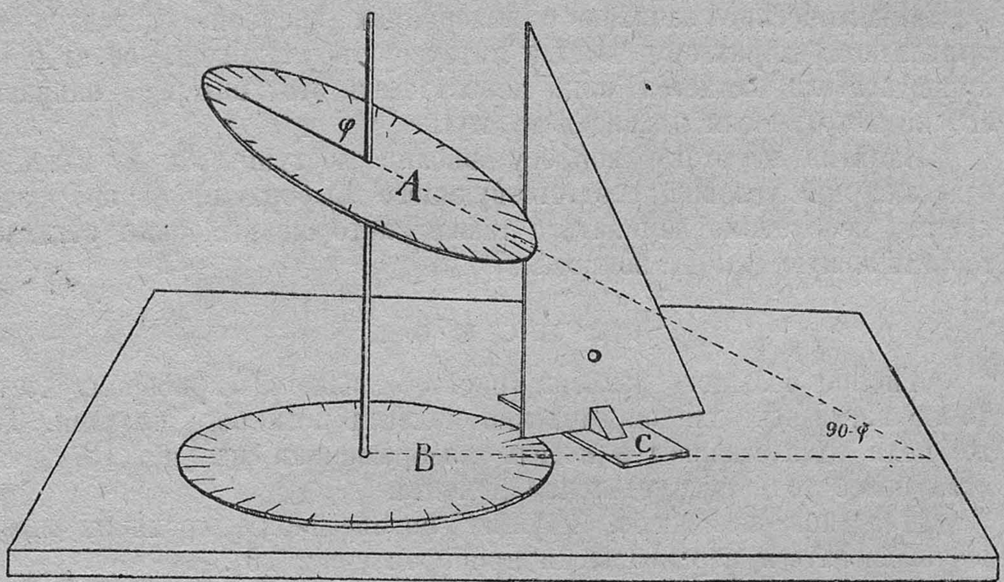


Рис. 32.

с неравными часовыми делениями. Простейший прием его приготовления показан на рис. 32. Для разметки циферблата часов для данной широты круг *A* без делений накладывают на спицу, воткнутую отвесно в центре другого круга *B*, разделенного на 24 равных части, первый круг *A* наклоняют к спице под углом, равным широте места φ, и закрепляют в таком положении. Затем берут чертежный треугольник, при помощи временной подставки *C* придают ему строго вертикальное положение и устанавливают его на каждое из 24-х делений нижнего круга и на окружности верхнего круга ставят черточки в том месте, где его касается ребро треугольника. После этого верхний круг снимают, проводят радиусы к черточкам и ставят около них цифры, при чем нижнее деление означает 12 ч. ночи, а верхнее — 12 ч. дня. Остается пригото-

вленный циферблат прикрепить к верхней доске, предварительно установив наклоненный стержень над цифрой 12 ч. дня.

Далее приводим графический способ приготовления циферблата для горизонтальных часов. На бумаге чертят прямоугольный треугольник ABC (рис. 33), у которого острый угол B равен широте места (φ). Через точку A проводим линию mn, перпендикулярную

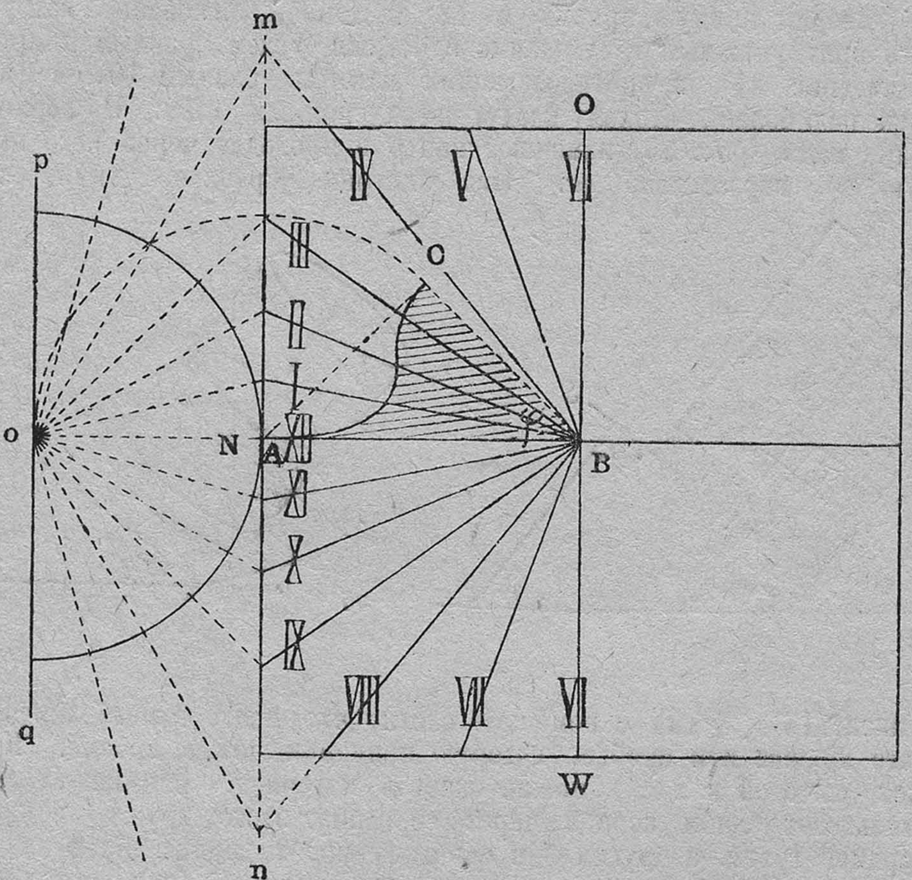


Рис. 33.

к AB. Приняв A за центр, проводим полуокружность радиусом — AC. Пересечение окружности с продолженной стороной AB дает нам точку O, из которой, как из центра, описываем полуокружность радиусом, равным OA. Через точку O проводим линию pq, параллельную mn. Полуокружность pAq делим на 12 равных частей; из центра O через полученные отметки проводим радиусы, продолжая их до пересечения с прямой mn, полученные на этой последней отметки соединяем с точкой B, эти линии в пределах доски прибора и дадут

нам часовые линии [1]) (приложение III, 8). Вместо согнутого стержня удобнее вырезать из жести пластинку по форме, показанной заштрихованной частью, и закрепить ее вдоль полуденной линии *NB* отвесно к доске прибора.

Из других моделей солнечных часов опишем одну, очень простую по конструкции, которую легко могут приготовить сами учащиеся.

Делают прямую призму в 12 см длиной, основание которой есть прямоугольный треугольник с острым углом, равным широте места (рис. 34), и противолежащим катетом, равным 10 см (или несколько более). Призму кладут кверху прямым углом. На верхней грани *mqrn* (рис. 35) намечают центр и проводят через него прямую *xy*, параллельно *nr*. Над центром укрепляют химический

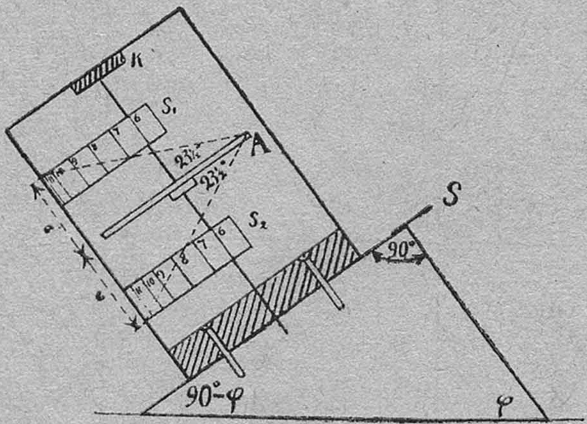


Рис. 34.

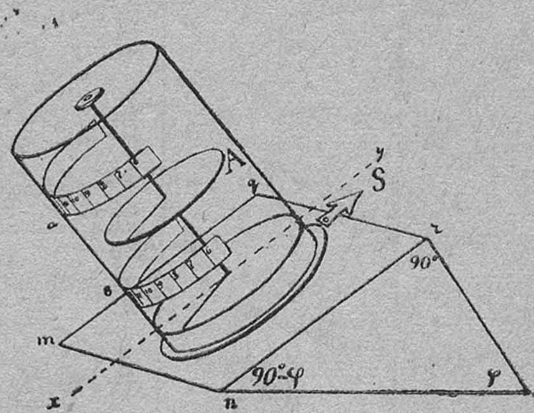


Рис. 35.

стакан (15 × 8 см) с помощью плотно входящего в него деревянного кружка или пробки, которую привинчивают к призме. Кружок (высотой в 2 см) можно оклеить материей. Вязальную иглу вкалывают одним концом через середину этого кружка в центр верхней грани, а другим — в середину пробки приклеенной на дно стакана. На середине иглы укрепляют жестяной (или картонный) кружок. Затем исполняют в настоящую величину (по длине спицы, диам. стакана и пр.) чертеж, представленный на рис. 34, и строят углы в $23^1/_2$ по обе стороны кружка. Между сторонами этих углов на стенке стакана получаются два равных отрезка, *a* и *b*; их измеряют на чертеже и отмечают на стенке стакана чернильными черточками. Вырезают две лакированные или промасленные

[1]) Циферблат можно начертить и тригонометрическим путем, воспользовавшись для этого равенством $tgX = Sn\varphi tg\theta$, где φ — широта места, θ — часовой угол солнца, а X — искомый угол, составленный тенью с полуденной линией (см. постоянн. часть Русск. Астр. Кал. Нижег. Кр. Люб. Физ. и Астрон., стр. 97).

полоски бумаги такой длины, чтобы они охватывали несколько больше, чем половину стакана, и временно, с помощью облаток, прикрепляют их одну под верхней черточкой на стакане, а другую над нижней, вплотную к черточкам. Полоски визируют сквозь стакан от одного конца к другому, через спицу, и таким образом отмечают на них диаметрально противоположные черточки; сняв полоски, делят расстояние между черточками на 12 равных частей и пишут под средним делением 12, а под остальными влево, по порядку, числа 1, 2, 3, 4, 5, 6, и вправо — 11, 10, 9, 8, 7, 6. Чтобы окончательно наклеить эти полоски, ставят свечу с той стороны, куда указывает стрелка *S* (юг), на некотором возвышении, и передвигают ее, пока тень от спицы не будет совпадать с линией *xy*, теперь наклеивают полоски на их места так, чтобы деление 12 совпадало с тенью от спицы на стенке стакана. При наклеивании избегают обильно смачивать полоски, чтобы они не удлинились. Наконец, вдоль тени наклеивают еще очень узенькую полоску бумаги, соединяющую деления 12 на обеих полосках, и весь стакан с наклеенными полосками покрывают светлым шеллаковым лаком.

Часы устанавливают на солнечном месте, защищенном от непогоды, — на горизонтальной плоскости стрелкой *S* на юг. Чтобы линии *xy* придать точное меридиальное положение, можно пользоваться гномоном или точными часами; для этого за несколько минут до полудня начинают следить за тенью на солнечных часах и поворачивают их таким образом, чтобы тень все время совпадала с *xy*. В момент истинного полудня солнечные часы оставляют в покое и отмечают их положение на постоянном месте. Момент истинного полудня определяют, прибавляя или вычитая уравнение времени из среднего местного времени [1]).

Солнечное кольцо проф. Глазенапа.

Очень удобным прибором для определения момента истинного полудня является солнечное кольцо проф. Глазенапа. Один экземпляр этого прибора необходимо приобрести, несколько же приборов более простой конструкции приготовить самим.

Из доски выпиливают кольцо с внешним диаметром около 12 см, а еще проще выпилить сферический треугольник (рис. 36), за центр сферических сторон которого принимаются противоположные вершины. В одной из вершин треугольника в дереве просверливается коническое отверстие, снаружи которого прикрепляется металлическая пластинка с отверстием около 0,4 мм (проткнуто тонкой иглой,

---

[1]) Очень просты и остроумны по идее полярные солнечные часы Д. П. Мудролюбова, описанные в Известиях Русск. Астрономич. Общества, IX вып., № 6 — 7.

края отверстия должны быть отшлифованы той же иглой). За середину верхней стороны треугольник подвешивается к подставке, а к нижней его вершине прикрепляется груз [1]). На внутренней поверхности стороны треугольника, противолежащей отверстию, приклеивается шкала; шкала должна быть белой с тонкими черными штрихами; расстояние между штрихами около 1 мм (мелкие, через 0,5 мм, удобнее — наблюдения занимают меньше времени). Чтобы устранить колебание треугольника, мешающее наблюдению, вбивают в подставку 2 стальных иглы таким образом, чтобы поверхности кольца или треугольника были в расстоянии около 0,5 мм от иголок.

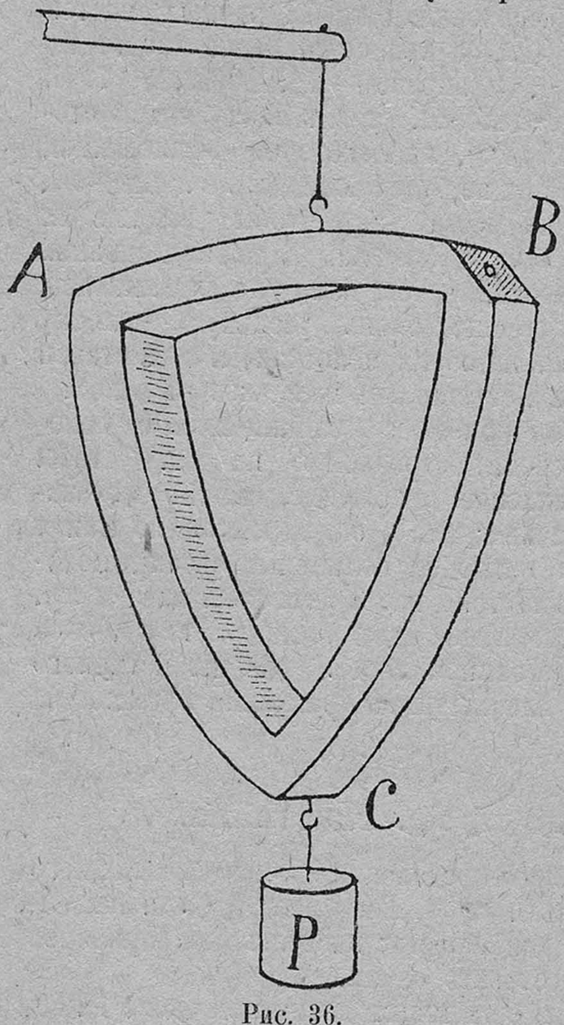


Рис. 36.

Описанный прибор должен иметь широкое применение при практических занятиях, и к нему учащиеся должны прибегать всякий раз, когда по роду занятий требуется знать точное время.

Инструкция для пользования прибором изложена в особой брошюре проф. Глазенапа и в постоянной части Р. Астр. Кал. Ниж. Кр. Люб. Физ. и Астр. таблица поправок $\triangle M$ неисправленного полудня прилагается ежегодно к переменной части того же календаря, который должен быть необходимой принадлежностью при практических занятиях. Солнечный треугольник может служить также и для определения широт. Для этого необходимо определить путем наблюдений в том месте, географическая широта которого известна, *угловую величину одного деления шкалы* (шкала должна быть приготовлена очень тщательно) и *зенитное расстояние нулевого штриха* (приложение III, 9).

---

[1]) Для лучшей устойчивости подвешенного прибора следует опустить груз в сосуд с водой или, лучше, с дегтем. *Д. А.*

Пассажный инструмент.

Богатая школа, располагающая свободными средствами, может позволить себе полезную роскошь, приобретя пассажный инструмент *школьного типа*. Повторяем, что это — роскошь, так как порядочный теодолит или прочная его модель, изображенная на рис. 26, 27, 28 и 29, с успехом может заменить пассажный инструмент в вопросах определения времени и картографии неба.

Наиболее подходящим прибором для школы мы считаем пассажный инструмент фирмы Швабе (рис. 37). Этот сравнительно недорогой прибор отличается устойчивостью, простотой конструкции; единственный его недостаток, это — отсутствие микроскопического исправления по азимуту в нижнем основании прибора.

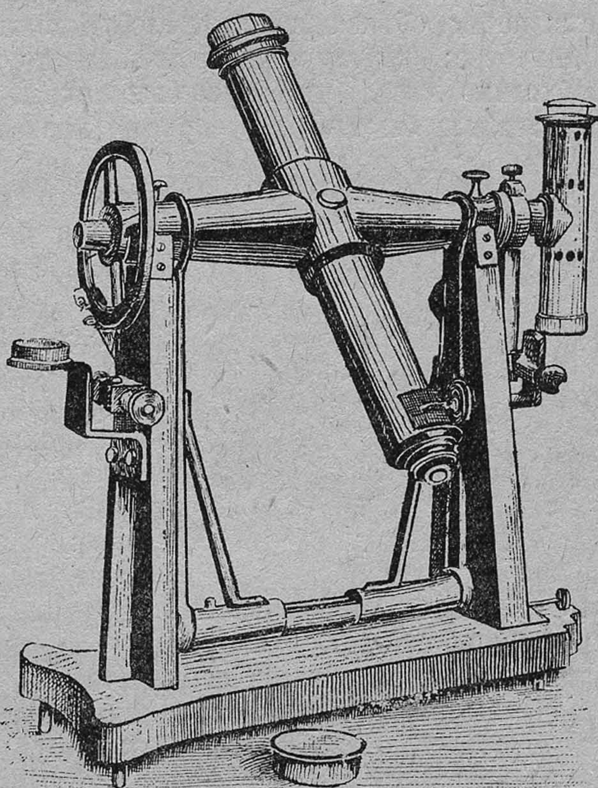


Рис. 37.

Хроноскоп (метроном).

Заканчивая главу о приборах для измерения времени, мы считаем не лишним обратить внимание еще на один прибор, которым нередко придется пользоваться во время практических занятий. Мы говорим о хроноскопе, т.-е. приборе, допускающем делать отсчеты на слух. Простейшим и, по нашему мнению, самым удобным является хорошо выверенный метроном с полусекундными ударами. Самодельные же хроноскопы, описанные в некоторых книгах, обычно оказываются на практике мало пригодными.

ГЛАВА V.

Земля.

Глобус.

При описании земли, как планеты, большую пользу может оказать черный глобус с сетью географических координат; для наглядности объяснений этот глобус должен быть не менее 40 см в диаметре; круги меридианный и горизонт могут и не быть, необходимо лишь, чтобы он был покрыт такой краской, которая не оставляла бы следов от кругов, проведенных на глобусе мелом.

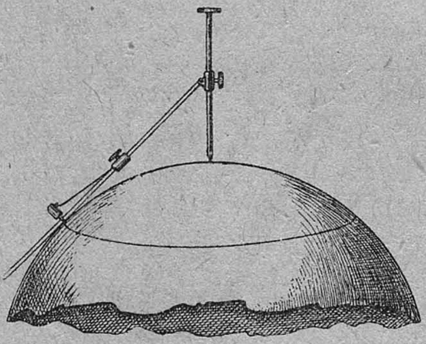


Рис. 38.

Для наглядного объяснения изменяемости величины видимого горизонта с изменением высоты наблюдения не лишним будет приготовить простой приборчик, изображенный на рис. 38; он состоит из проволочного стержня, по которому перемещается зажим с прикрепленной к нему на шарнире длинной проволокой, на последней, в свою очередь, перемещается цилиндрик со вставленным мелом; цилиндрик зажимается на проволоке над местом ее касания к глобусу. Вращая стержень, мы получим на поверхности глобуса окружность, соответствующую определенному положению верхнего зажима (положение глаза наблюдателя).

Чтобы показать соотношение рельефа земной коры и ее шаровидной формы, очень наглядной является стенная таблица, нарисованная на холсте или виксатине; для этого берется полоса, шириной около $^3/_4$ арш. и длиной около $2^1/_2$ арш. и прикрепляется к легкой деревянной раме, на холсте внизу проводится часть окружности радиусом в 5 метров. Масляными или клеевыми красками рисуется земная кора и воздушная оболочка.

Рисуя, необходимо выполнить на таблице следующие детали: изображая разрез суши, нарисовать точно в масштабе высочайшую гору на земле — Эверест (8,8 км), что выразится на таблице величиной 0,7 см, затем оттенить краской ту ее толщу, где по геотермическому градусу должна быть температура в 1000° С., т.-е. где горные породы находятся в расплавленном состоянии, эта толщина выразится 2,6 см. Рисуя разрез океана, показать наибольшую его глубину (9,7 км — у Филиппинских островов), глубина

эта выразится около 0,8 см.[1]). Изображая воздушную оболочку, надо показать постепенное ее потемнение кверху и в расстоянии 20 см (250 км от земли) переход в черный цвет, на той же высоте показать падающие звезды и низшие полосы северных сияний. В расстоянии 1 см (около 12 км) показать положение высших облачных слоев (перистые облака). Затем нарисовать высший подъем метеорологических шаров — зондов — 2,4 см (30 км), обыкновенных аэростатов — 0,9 см (около 11 км) и метеорологических змей 0,5 см (около 6 км). Описанную таблицу с большой охотой возьмется выполнить любой ученик, сносно владеющий кистью.

Разумеется, чем больше будет взят радиус, тем больше выиграет наглядность таблицы.

Прибор для доказательства вращения земли около оси.

Начнем с опытов, производимых при помощи центробежной машины. Этот прибор является необходимой принадлежностью школьного физического кабинета, но для того, чтобы он мог быть полезен и при прохождении космографии, к нему необходимо иметь соответствующий дополнительный набор, как-то: диск с проволочной дугой с подвешенным на нитке шариком — для демонстрирования неизменяемости плоскости качания маятника (опыт Фуко), стеклянный шар, наполненный на $^1/_3$ подкрашенной водой, — для демонстрирования влияния центробежной силы на разницу глубин экваториальных и полярных океанов и, наконец, кольцо из тонкой медной полоски, свободно надетое отверстиями на стержень, — для демонстрирования влияния центробежной силы на форму земли. Описанный набор школа может приготовить и своими средствами.

Опыт Фуко в большом масштабе не трудно показать в любом помещении: для этого на тонкой железной или стальной проволоке подвешивается груз. Груз проще всего приготовить следующим образом: берут две одинаковые жестяные воронки *a* (рис. 39), припаивают их широкими отверстиями, удалив предварительно ручки и пропустив через узкое отверстие одной из них проволоку, конец которой закрепляется в деревянной пробке. Через другое отверстие воронки наполняются песком или дробью, после чего это отверстие закрывается пробкой, к центру которой прикрепляется тонкая спица, длиной около 10 см. Регистрирующей поверхностью может служить кусок линолеума *d*, изогнутый по дуге с радиусом, соответствующим длине маятника, после чего вся поверхность листа

[1]) Высота Эвереста и наибольшая глубина океана взяты из «Annuaire astronomique» К. Фламмариона, за 1917 г.

посыпается тонким слоем песка. На узких краях листа следует предварительно отметить по классному транспортиру градусы.

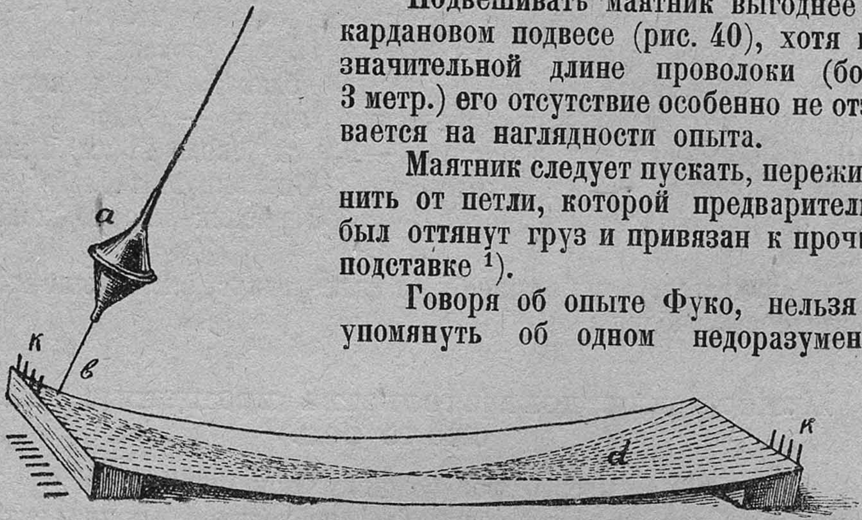


Рис. 39.

Подвешивать маятник выгоднее на кардановом подвесе (рис. 40), хотя при значительной длине проволоки (более 3 метр.) его отсутствие особенно не отзывается на наглядности опыта.

Маятник следует пускать, пережигая нить от петли, которой предварительно был оттянут груз и привязан к прочной подставке [1]).

Говоря об опыте Фуко, нельзя не упомянуть об одном недоразумении, упорно царящем даже в новейших учебниках космографии: мы говорим о законе Бэра, о котором, если иногда и упоминается, то как-то вскользь, приурочивая его исключительно к объяснению крутизны правых берегов рек (меридианально текущих), а между тем, этот закон в более совершенном виде, т.-е. приложимый к *любому направлению,* является прекрасным по своей наглядности методом для объяснения целого ряда явлений, происходящих вследствие вращения земли около оси.

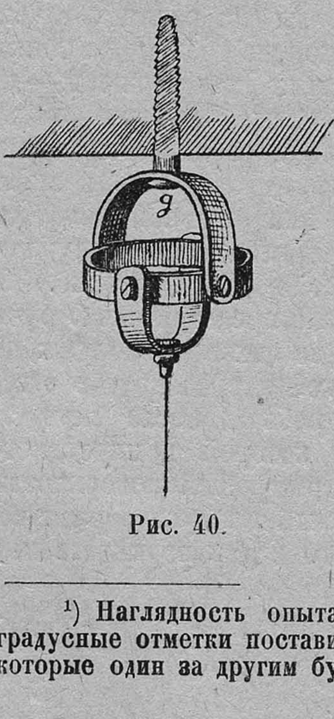


Рис. 40.

Да простит нас читатель, если мы, временно уклонившись от прямой нашей задачи — описывать только приборы, совершим экскурсию в область теории и отчасти методики преподавания космографии. Закон Бэра (опубликованный в 1858 г. в «Морском Сборнике»), как известно, гласит, что вследствие вращения земли около оси, вода *меридианальных рек* северного полушария, стремясь отклониться вправо,

[1]) Наглядность опыта еще более выиграет, если на градусные и полуградусные отметки поставить вертикально тонкие деревянные цилиндрики K, которые один за другим будут сбиваться маятником.

сильнее подмывает правый берег реки, вследствие чего правый берег чаще бывает крутым. Положение, высказанное академиком К. Бэром, было еще раньше опубликовано *Кориолисом* в форме *теоремы относительного движения*, из которой неопровержимо вытекало, как следствие, что, благодаря вращению земли, отклонению подвержено всякое горизонтально движущееся тело *независимо от направления движения*, и что отклоняющая сила зависит лишь от скорости движения тела и от географической широты. В северном полушарии отклонение направлено вправо. Бабинэ в 1859 г. показал, что положение Кориолиса вполне приложимо к рекам и притом ко всем рекам вообще, *независимо от их направления*. Теорема Кориолиса гласит, что раз направление и скорость абсолютного движения тела стремятся сохраниться, а под движущимся телом земная поверхность поворачивается, *относительно* последней тело меняет место.

Положив в основу этот принцип, мы легко и вполне наглядно, без всяких методических ухищрений, объясним целый ряд явлений [1]).

Проведем аналогию между отклонением горизонтально движущихся тел и опытом Фуко с маятником.

Вообразим землю вращающеюся с запада на восток, земную ось, плоскость, касательную к месту наблюдения. Положим, что место наблюдения находится на северном полюсе. Ось горизонта совпадает с осью земли. Горизонт, поворачиваясь вместе с землей, т.-е. поворачиваясь около оси, поступательного движения не имеет. Пусть теперь место лежит на экваторе. При вращении земли горизонт переносится поступательно, но вращательного движения около своей оси не имеет. Для места, лежащего между экватором и полюсом, горизонт обладает двумя движениями — вращательным около своей оси и поступательным вокруг земной оси. Поместив над горизонтом маятник и заставив его качаться в любой плоскости, мы, естественно, не замечая вращения горизонта, припишем отклонение не плоскости, а маятнику, между тем, как, на основании вышеизложенного, горизонт (в средних широтах) непрерывно вращается по направлению против часовой стрелки. Итак, *все дело в медленном, равномерном поворачивании горизонта со всеми точками и линиями, с ним неизменно связанными.* Все изложенное целиком относится и ко всякому телу, движущемуся в горизонтальном направлении, будет ли это снаряд, частицы воды в реке

---

[1]) Как пример ухищрения, укажем на циклоны, приводимые, как доказательства вращения земли около оси. Чтобы объяснить причину отклонения воздуха, движущегося по параллели, прибегают к вымыслу, объясняя это отклонение влиянием отклонившихся масс воздуха, притекающих в меридианальном направлении, что неверно с метеорологической точки зрения, так как непременно сказалась бы разница в углах отклонения ветров, чего не замечается.

или воздух в циклоне или антициклоне. Что касается количественной стороны вопроса, то не трудно путем несложных вычислений найти величину угла поворота горизонта в течение, положим, 1 секунды времени. Назвав через α угол поворота земли за тот же промежуток, мы увидим, что искомый угол будет равен α Sin φ, где φ — широта данного места. Не трудно вычислить и *отклоняющее влияние вращения земли* на горизонтально движущееся тело; это так называемое *поворотное ускорение* выражается следующим равенством:

$$x = 2\alpha\, U \operatorname{Sin} \varphi,$$

где α — угловая скорость земли, U — скорость движения тела, φ — широта места.

Из приведенного равенства видно, что x зависит лишь от U и φ, оно прямо пропорционально U и Sin φ. Для экватора эта сила превращается в O, а для полюсов — в $2\alpha U$. Для северного полушария α считается положительным, таковым же получается и x, для южного α — отрицательным, и x получается отрицательным, т.-е. сила действует влево. Мы не приводим здесь подробно всех вычислений, — интересующиеся могут найти их в статье проф. П. И. Броунова «Влияние вращения земли на размывание берегов рек», помещенной в I вып. «Трудов общества землеведения», издававшихся при Петроградском университете.

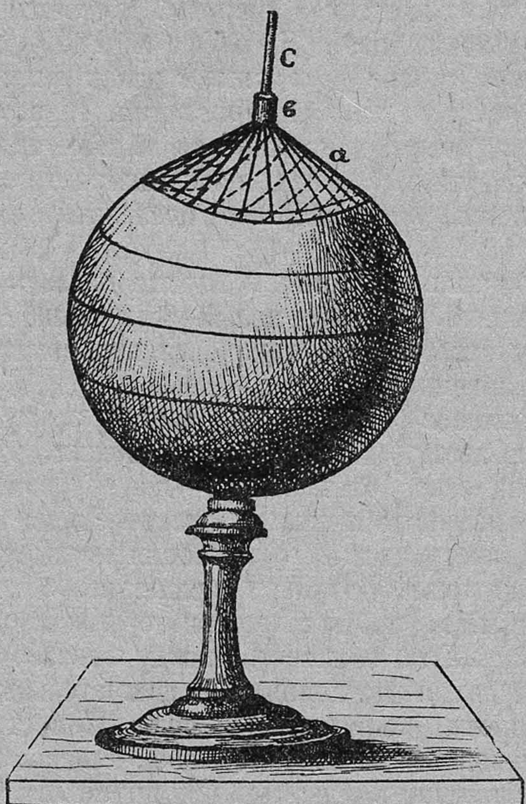


Рис. 41.

Из краткого изложения видно, насколько прост и нагляден указанный метод — приложение теоремы Кориолиса. Для иллюстрирования указанного способа можно приготовить следующее нехитрое приспособление.

На обыкновенный географический глобус (без металлических кругов) накладывается бумажный конус, образующую которого составляет продолженный меридиан (рис. 41). Конус приготовляется с таким расчетом, чтобы его боковая поверхность была касательной к данной параллели; для этого на бумаге предварительно наносят меридианы и направление плоскости качания маят-

ника (рис. 42). Склеенный конус a своей вершиной прикрепляется к деревянному цилиндрику b (например, к катушке от ниток), в верхнюю часть его отверстия плотно вставляется деревянная палочка c, а в нижнюю часть — кусок круглой резины. Описанным прибором пользуются следующим образом: держа конус за палочку левой рукой и нажимая резиной на вершину оси глобуса, правой рукой вращают глобус, подводя выбранный пункт на данной параллели последовательно под меридианы неподвижного конуса. Углы на конусе, составленные короткими линиями с направлением меридианов, и укажут последовательное кажущееся отклонение плоскости качания маятника по направлению часовой стрелки (в северном полушарии), вследствие непрерывного вращения горизонта данного пункта в обратном направлении; тот же прибор покажет, что угол отклонения плоскости качания маятника для средних широт, соответствующий полному повороту глобуса, не будет $= 360°$; измерив его транспортиром и разделив на 24, получим видимое часовое отклонение плоскости качания маятника для данной параллели. Полезно иметь еще и полный бумажный круг с таким же рисунком, как на конусе,—для опыта на полюсе и узкий бумажный цилиндр с радиусом, равным радиусу глобуса, и с вертикальными линиями на его поверхности — для опыта на экваторе.

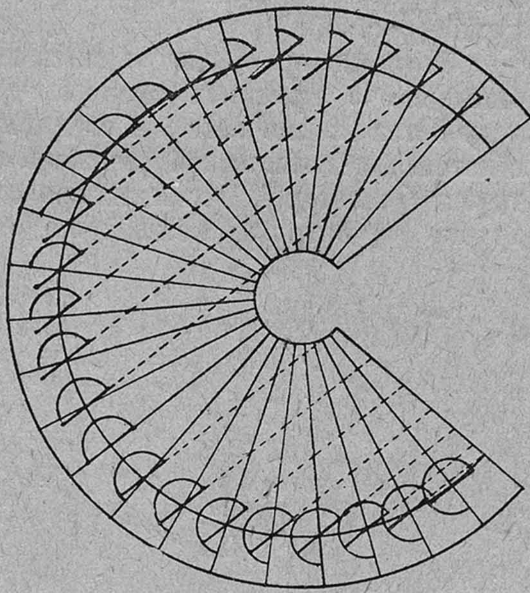


Рис. 42.

Прибор для объяснения смен времен года.

Обычно этот вопрос в учебниках трактуется не с достаточной ясностью, почему он и является нередко камнем преткновения для многих преподавателей, особенно при выяснении вопроса в младших классах школы.

Обыкновенно в учебниках говорится, что времена года зависят от различной продолжительности солнечного сияния и от наклона солнечных лучей к горизонту, таким образом следствие выдвигается на первый план, а причина, т.-е. наклон земной оси к эклиптике и параллельное ее перемещение, упоминается лишь мимоходом без

всякого подчеркивания; нам кажется, что это и является причиной затруднений. Нами уже много лет практикуется с одинаковым всегда успехом несколько иной метод объяснения, при котором путем обмена мнений воспитанники самостоятельно приходят к окончательным выводам о причинах времен года; для этой цели был сконструирован соответствующий прибор — видоизмененный теллурий (рис. 43).

Этот прибор, несмотря на свою простоту, дает наглядное представление о причинах смен земных времен года. Сущность его устройства заключается в следующем: в деревянную подставку *a* вбивается металлический стержень *d*, на стержень надевается медная трубка *г*, к которой припаяна проволока *e*, несущая на конце медную трубку *f*. В трубку вставляется стержень с припаянной дугой *д*,

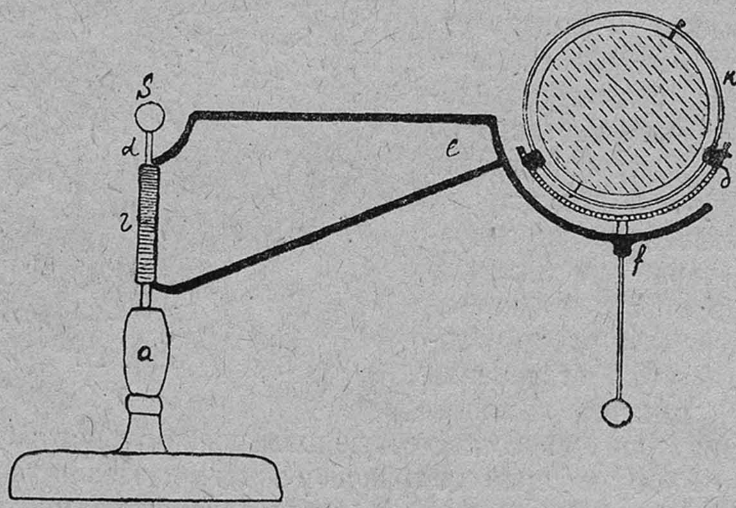


Рис. 43.

дуга снабжена ушками, в которые помещается кольцо *к*, несущее небольшой земной глобус. Благодаря подобному простому приспособлению, земной оси можно придавать любой наклон. Нижний конец стержня снабжен головкой для удобства вращения.

На верху осевого стержня *d* прикрепляется шарик *S*, изображающий солнце; тогда проволока *e* изобразит один из лучей в плоскости эклиптики, идущих от солнца. Вращая глобус за стержень и перемещая его ось взаимно параллельно вокруг подставки (для сохранения этого направления к шарику *S* припаивается направляющий стержень), легко объяснить смену земных времен года.

Этот прибор дает возможность наглядно объяснить смену времен года при различных положениях оси планеты относительно ее орбиты. Поставив ось вертикально, ученики самостоятельно дойдут до вывода, что при этом условии каждой широте было бы приуро-

чено постоянное в течение целого года климатическое условие, т.-е., другими словами, не было бы смен времен года.

Переставив глобус таким образом, что его ось совпала бы с эклиптикой, и перемещая ее параллельно, не трудно убедиться, что произошло бы обратное явление — солнце могло бы быть во всех широтах в зените или не восходить совсем, т.-е. во всех

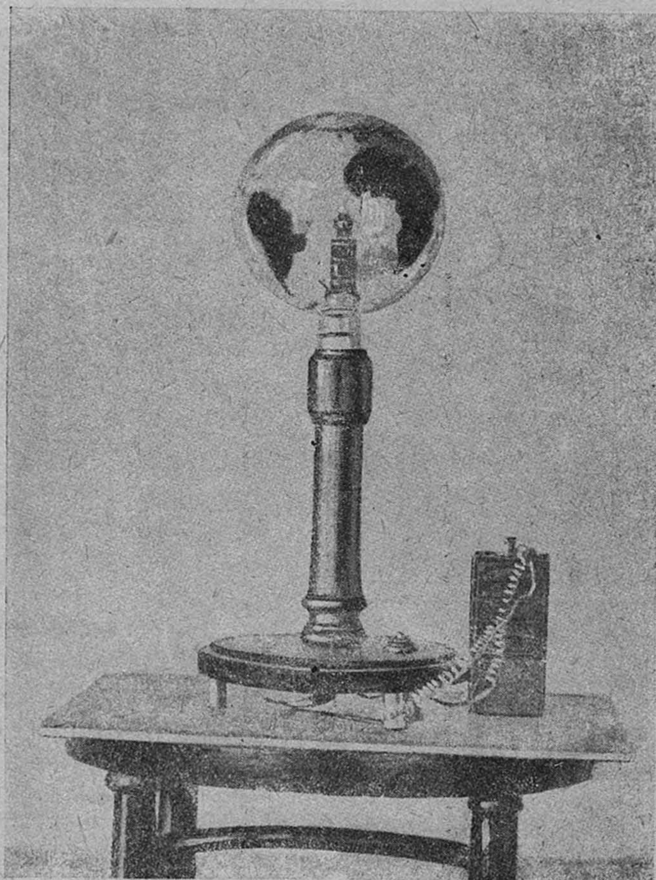


Рис. 44.

точках земли времена года резко бы менялись — от полярной стужи без солнца до экваториального зноя, что также не наблюдается на земле; таким образом, ученики приходят к окончательному выводу о промежуточном положении земной оси, т.-е. об ее наклоне к эклиптике, величину же наклона выясняют путем личных наблюдений в дни равноденствий и солнцестояний (меридианным прибором и гномоном); на параллельное перемещение земной оси указывает неизменяемость положения полюса мира.

Прибор для объяснения картографических проекций.

Идея прибора, описанного ниже, принадлежит Ф. Н. Красикову (рис. 44). Главную его часть составляет стеклянный шар диаметром

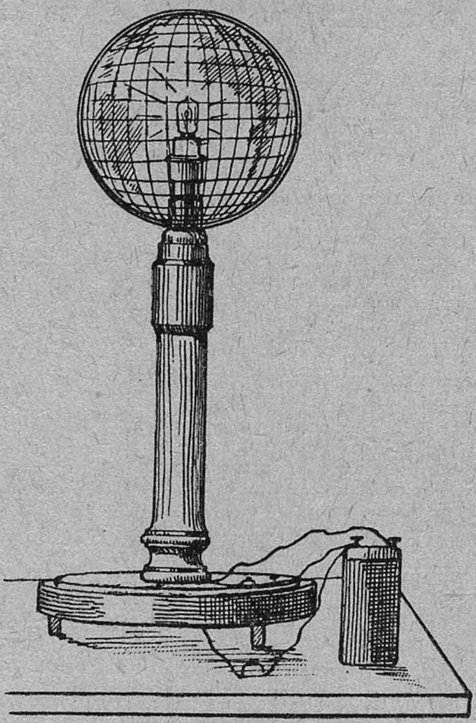


Рис. 45.

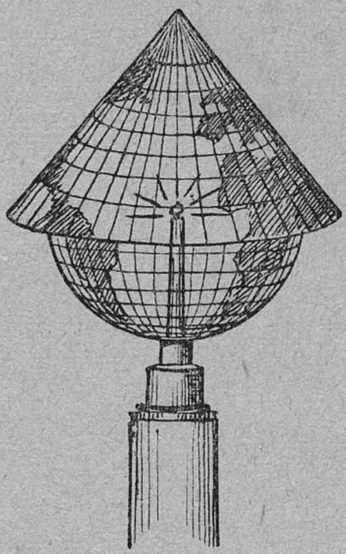


Рис. 46 — I.

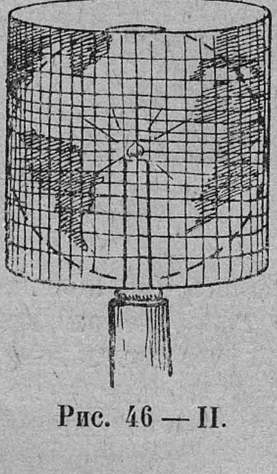


Рис. 46 — II.

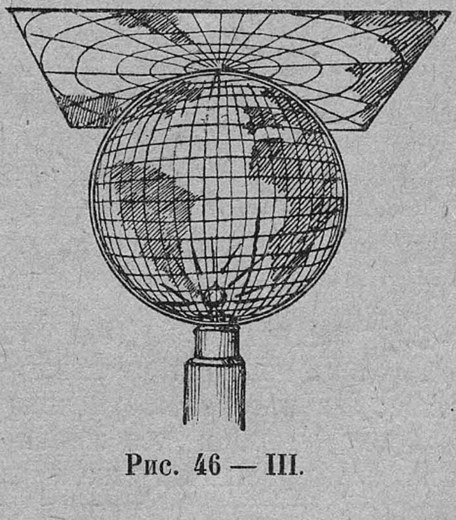


Рис. 46 — III.

около 20 см. На шаре выгравирована географическая сеть и нарисованы черной краской материки и острова. При самодельном

приготовлении прибора (исключительно для личного употребления) мы рекомендуем способ, изложенный на стр. 4, где говорилось о приготовлении географического глобуса из старого. Разница состоит лишь в следующем: шар покрывается тонким слоем параффина или воска, затем, приставив иглу к шаблону, вращением центробежной машины наносится географическая сетка и пишутся цифры долгот на экваторе, после чего шар снимается с центробежной машины, и вся сеть и цифры покрываются осторожно мягкой кистью раствором (50%) плавиковой кислоты, минут через 5 шар тщательно вымывается водой, и слой параффина удаляется путем осторожного нагревания шара. Контуры материков наносятся тушью, самые же материки и острова покрываются черной эмалевой краской. Приготовленный описанным способом шар помещается на подставке, на верху последней укрепляется маленькая лампочка от карманного фонаря (лампочка должна приходиться в центре шара). Элемент помещается внизу подставки или сбоку, как показано на рис. 44.

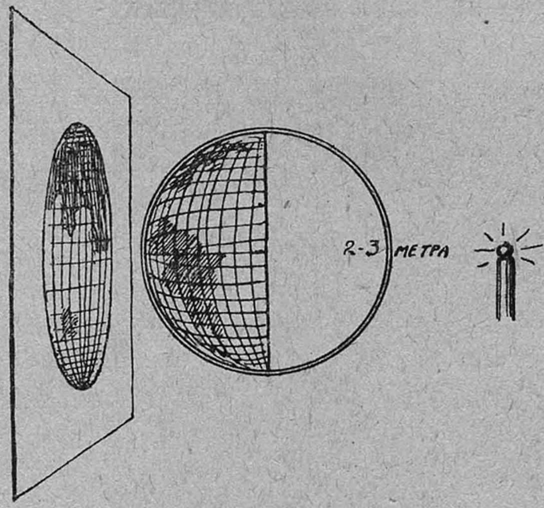


Рис. 46—IV.

Для наглядного объяснения идеи картографической проекции из прозрачной бумаги (восковки или кальки) приготовляется конус—для конической проекции (рис. 46—I) и цилиндр для проекции Меркатора (рис. 46—II), для проекций стереографической, ортографической и гномонической можно приготовить небольшой экран (полярные проекции хорошо демонстрируются прямо на потолке). Употребление прибора показано на рис. 46 (I, II, III и IV). Благодаря своей наглядности, прибор этот заслуживает особого внимания, так как дает вполне ясное понятие об идее картографических проекций.

Приборы, иллюстрирующие доказательства вращения земли вокруг солнца.

Простым приспособлением к центробежной машине можно наглядно показать параллактическое смещение звезды вследствие годового движения земли (рис. 47 и 48). В зажим центробежной машины вставляют длинный металлический стержень или стеклян-

ную трубку; внизу стержня обыкновенным химическим зажимом прикрепляется свеча *а* или электрический фонарик; к верхнему концу стержня прикрепляется двояковыпуклая чечевица с большим фокусным расстоянием (можно воспользоваться стеклом от очков для дальнозорких). Стекло помещают над стержнем. От источника света *а* (земля) на потолке получается зайчик (проекция звезды *в*), который при медленном вращении центробежной машины опишет на потолке окружность, при чем аудитория легко подметит, что движение земли и перемещение зайчика—проекции звезды, происхо-

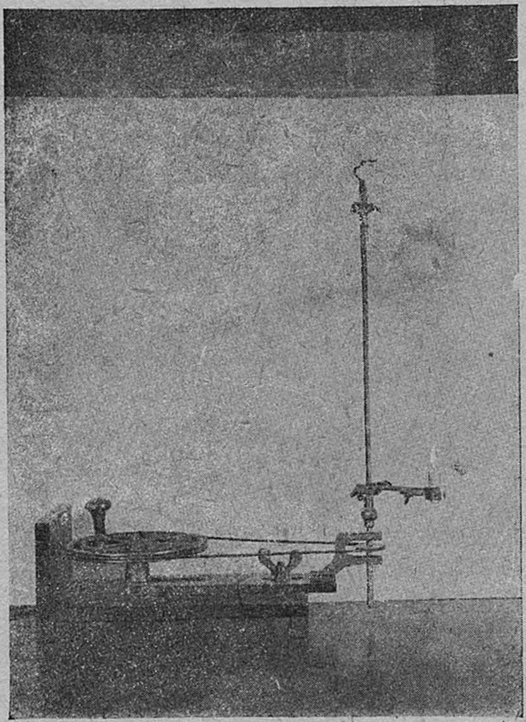


Рис. 47.

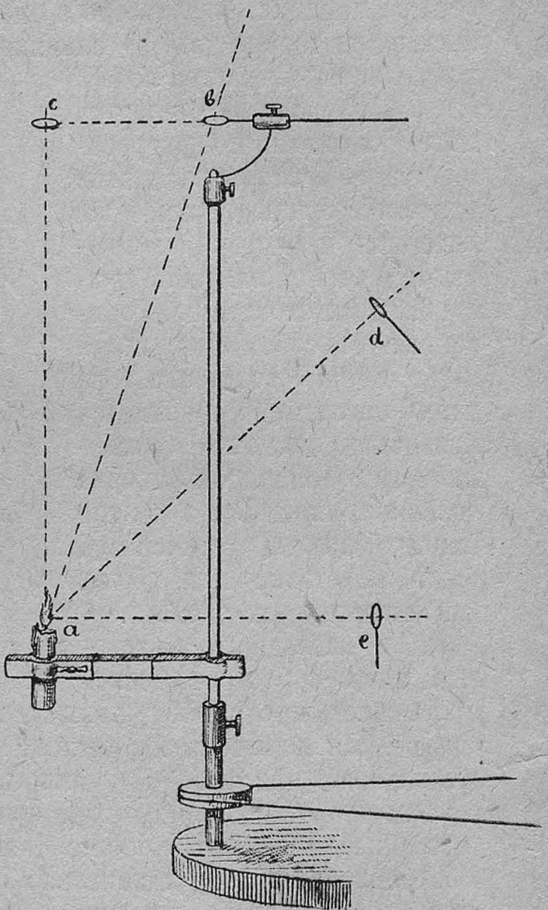


Рис. 48.

дят в противоположных направлениях. Вынув стекло из зажима и держа его в положении *d*, легко заметить, что зайчик на стене опишет эллипс, а в положении *е* — прямую. Тот же прибор может показать, в чем заключается отличие аберрационного перемещения светила от параллактического (сущность аберрационного явления должна быть предварительно выяснена). Для этого стекло *с* помещают *над* источником света, тогда, при вращении центробежной машины, зайчик на потолке описывает небольшую окружность (почти непо-

движен), т.-е. происходит явление, которое имело бы место при неподвижности земли. Затем повернем зажим со стеклом таким образом, чтобы *стержень от стекла не был в одной плоскости с зажимом источника света,* и будем теперь вращать центробежную машину *в сторону отклонения стекла,* тогда мы увидим, что радиус вращения зайчика стал значительно больше, но почти не изменяется при увеличении угла отклонения верхнего стержня от зажима; далее, не трудно заметить, что зайчик перемещается в ту же сторону, в которую движется и источник света (приложение III, 10).

ГЛАВА VI.

Солнце, луна и планеты.

Солнечная планисфера.

При изучении видимого годового перемещения солнца по небесному своду полезно иметь подвижную таблицу — солнечную планисферу.

Эту таблицу удобнее всего взять из «Сборника задач по космографии Каменьщикова», к которому она приложена в конце книги; на стр. 53, 54 сборника читатель найдет описание ее приготовления и пользования ею [1]).

Одно время у Риккера (Петроград) можно было купить готовую планисферу, изящно приготовленную, системы N. Loskay (Budapest).

Описанная выше таблица дает возможность определить для заданного числа: момент и точки на горизонте восхода и захода солнца и продолжительность дня и ночи.

Солнечную планисферу не трудно приготовить и самим ученикам (рис. 49). На четырехугольном куске бристольского картона наносится окружность произвольного радиуса (около 10 — 15 см) и возможно точнее разделяется на 360°. Затем проводятся линии P_1 P_2 — ось мира, EQ — небесный экватор и EK — эклиптика. Для нанесения видимых путей солнца приготовляют вспомогательный чертеж (проще на том же чертеже, но можно и отдельно) следующим образом: соединяют прямыми линиями ab, de, fk, mn... точки деления окружности через каждые 10° (см. рис. 50); эти прямые линии пересекут перпендикулярный к ним диаметр AB в точках

---

[1]) Таблицу следует взять из последнего издания (Госиздат. 1923 г.), так как в первом издании в черчении планисферы допущена ошибка.

Д. А.

o, g, h, p... Эти точки делений *o, g, h, p*... откладывают по эклиптике *EK* и через них проводят линии, параллельные небесному

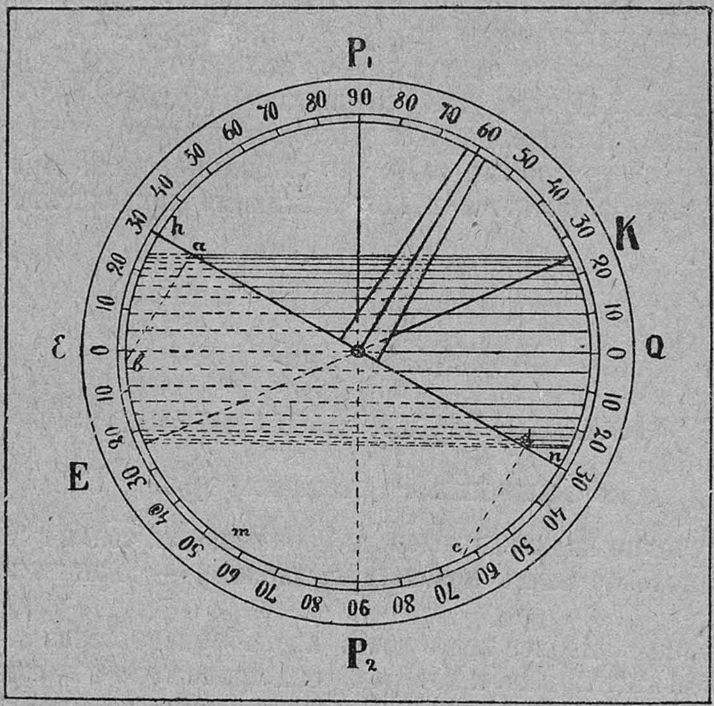


Рис. 49.

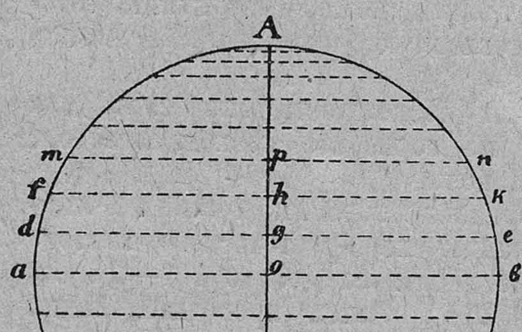


Рис. 50.

экватору *EQ*. Таким образом мы получим ряд суточных путей солнца через каждые 10° перемещения его по эклиптике. В отмеченных точках на эклиптике солнце будет приблизительно через каждые 10 суток.

На другом куске бристольского картона чертят полуокружность *hmn* (рис. 49) таким же радиусом, как и первую, проводят зенитную линию *ZC* и вырезывают так, чтобы получилась фигура *hmnCZ*. На этой полуокружности тоже наносят деления и градусы (на рисунке деления не нанесены, чтобы не затемнять чертежа). Теперь остается только прикрепить кнопкой этот кусок картона к первому как раз в центре и на задней стороне заклепать кнопку.

Для пояснения, как пользоваться этим прибором, приводим один пример.

Предположим, мы желаем знать характер суточных и годовых перемещений солнца для горизонта Петрограда (широта его 60°). Поворачиваем горизонт так, чтобы зенитная линия ZC совпала с делением 60° (см. рис. 49). Тогда мы увидим, что суточные параллели солнца будут наклонены к горизонту под углом в 30°, при чем во время равноденствий солнце опишет суточный путь почти по линии EQ, полуденная его высота будет 30°, место восхода и захода — почти в точках O и W. По мере приближения к летнему солнцестоянию полуденная высота солнца будет увеличиваться, день будет возрастать, а места восхода и захода — отступать к северу; при переходе от осеннего равноденствия к зимнему солнцестоянию полуденная высота будет убывать, день уменьшаться, а места восхода и захода солнца отступать к югу.

На той же планисфере, разделив суточные пути солнца на часы, можно определить продолжительность дня и ночи, а также нанести и перемещение луны (приложение III, 11).

Прибор для объяснения затмений.

Чтобы наглядно выяснить значение лунных узлов при затмениях, полезно приготовить простую проволочную модель, изображенную на рис. 51. Чем модель крупнее, тем она будет нагляднее;

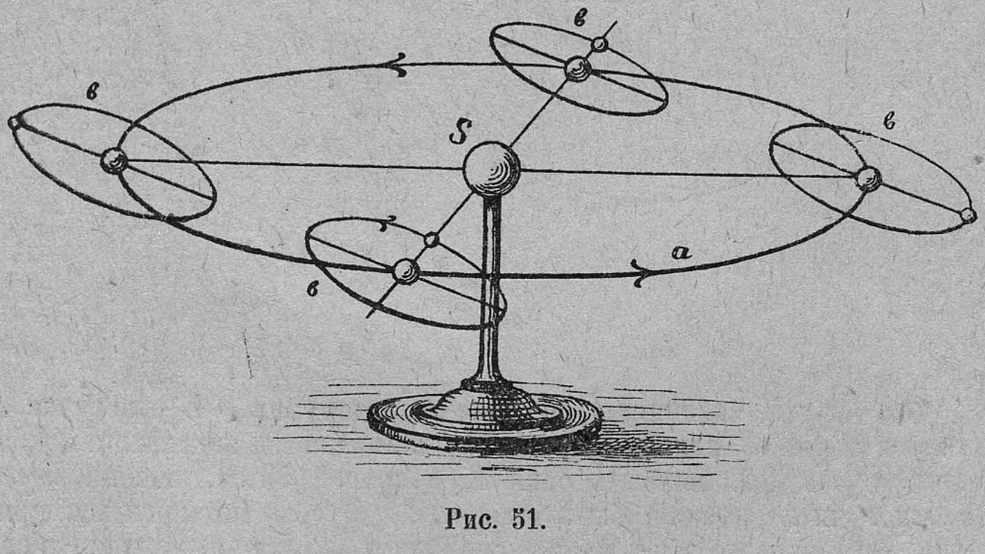


Рис. 51.

необходимо лишь, чтобы проволока основного кольца a была достаточно толста. Кольца b (лунные орбиты) припаиваются к основному кольцу с одинаковым наклоном, для наглядности несколько большим, чем 5°. Заменив в приборе шар, изображающий солнце, электри-

ческой лампой (источник света должен лежать на линии узлов) и сделав маленькие шарики (луны) перемещающимися по своим кольцам *b*, мы введем в прибор усовершенствование, дающее возможность иллюстрировать и самое явление.

Подобную модель легко сделать и из папки, но она будет менее наглядной, почему мы и рекомендуем проволочную.

Прибор для вычерчивания истинного лунного пути.

Для указанной цели может служить простой прибор, изображенный на рис. 52. Он состоит из двух деревянных кругов с жолобами. Круги своими осями соединены планкой, при чем ось *С* изображает положение солнца, а рукоятка *З* — положение земли.

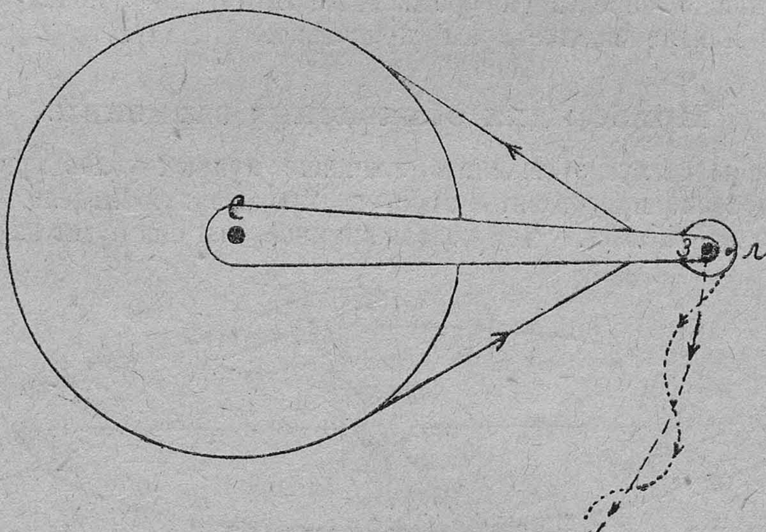


Рис. 52.

Оба круга соединены бесконечным шнуром. В отверстие *Л* (луна) и в ось *З* малого круга снизу вставляются карандаши. Диаметры кругов должны быть один 4, а другой 48 см, вообще *передаточное* число должно быть около 12. Чтобы пользоваться прибором, его накладывают на большой лист бумаги и, придерживая большой круг левой рукой, правой за рукоятку *З* поворачивают планку, тогда карандаши начертят на бумаге земной и лунный пути. Заменив карандаши мелками, этим прибором можно чертить лунный путь на классной доске.

Календарь — планетарий.

Чтобы учащиеся могли быть всегда в курсе астрономического положения светил на небесном своде, полезно приготовить стенную

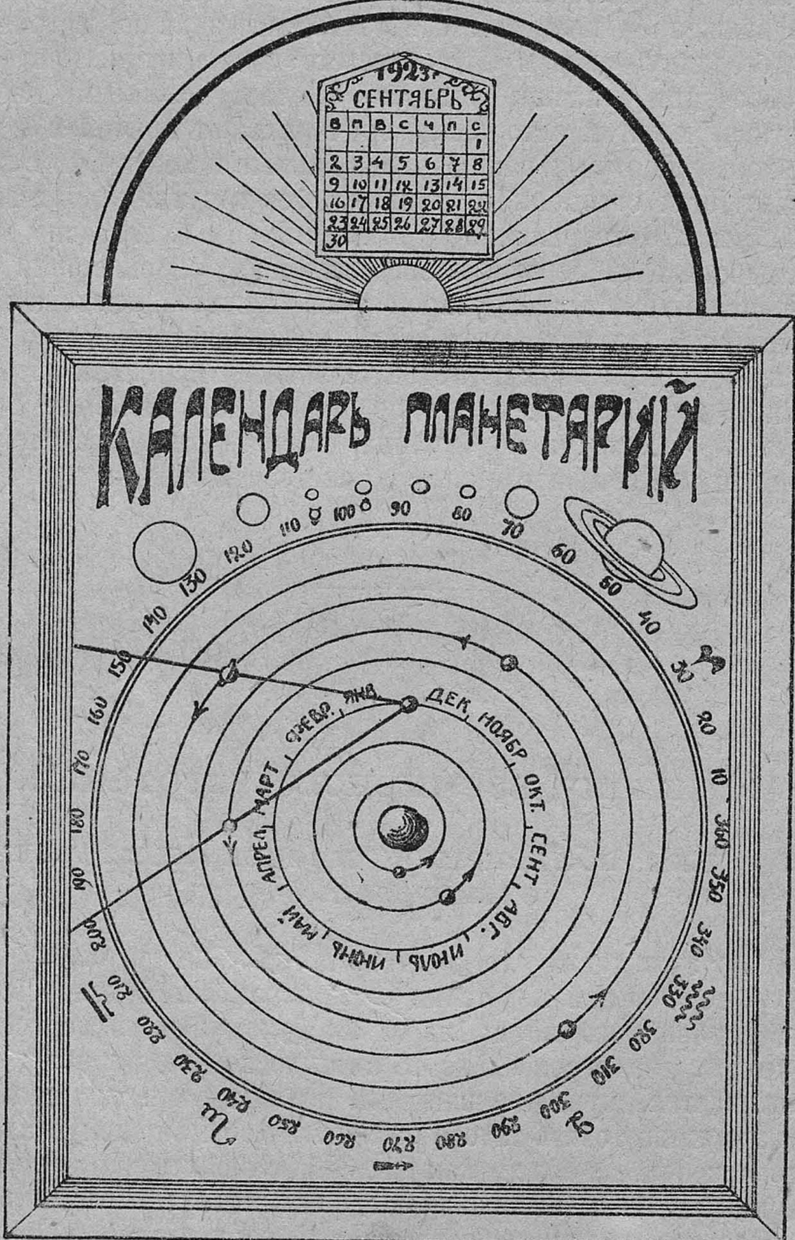


Рис. 53.

таблицу, вроде изображенной на рис. 53. Для наглядности величина таблицы должна быть около 70 × 50 см. Все круги, цифры

и надписи делаются несмываемой краской; самый же фон состоит из наклеенной на мягкую папку грифельной бумаги. Положение планет обозначается булавками с цветными стеклянными головками. Простое приспособление в виде нитки, прикрепленной к булавке, изображающей землю, дает возможность графически следить за видимым движением планеты; для этого, поставив по астрономическому ежегоднику булавки на соответствующие места, протягивают нить у основания булавки, которая отмечает положение наблюдаемого светила, и затем осторожно прочерчивают грифелем по нитке прямую, повторяя эту операцию через равные промежутки с записью соответствующих склонений; учащиеся без труда построят видимый путь планеты и одновременно с этим для них будет ясна причина столь загадочных на первый взгляд видимых перемещений планет. Измеряя, например, транспортиром углы между последовательными направлениями, для них будет ясно, что планета кажется остановившейся, когда при двух последовательных измерениях углы будут равные и т. д. Повторяем, что подобная таблица может принести существенную пользу, а потому она должна быть обязательной при прохождении подготовительного и систематического курса космографии.

ГЛАВА VII.

К закону всемирного тяготения.

Прибор для объяснения предварения равноденствий (рис. 54).

Прибор этот также легко может быть приготовлен в школе. На верху деревянной подставки *d* прикрепляется половинка игрушечного деревянного яйца; затем из бристольского картона вырезается круг *b*, диаметром около 45 см (плоскость экватора); в центре круг зажимается двумя деревянными полушариями *a*; нижнее полушарие надо приготовить такого размера, чтобы оно допускало наклон бумажного круга не более, как на $23^1/_2°$ относительно неподвижного проволочного кольца, изображающего эклиптику; способ прикрепления последнего виден из чертежа. К верхнему полушарию прикрепляется проволока, изображающая ось мира. На эклиптике полезно припаять стрелки, указывающие направление перемещения равноденственных точек. Другой прибор для той же цели изображен на рис. 55.

Гироскоп.

Явление процессии наглядно демонстрируется на гироскопе, но последний должен быть несколько большего размера, чем обычно встречающиеся в продаже; вращающийся диск (а еще лучше шар) желательно иметь не менее 10 см в диаметре на подставке с кордановым подвесом. По этому вопросу много ценных указаний пре-

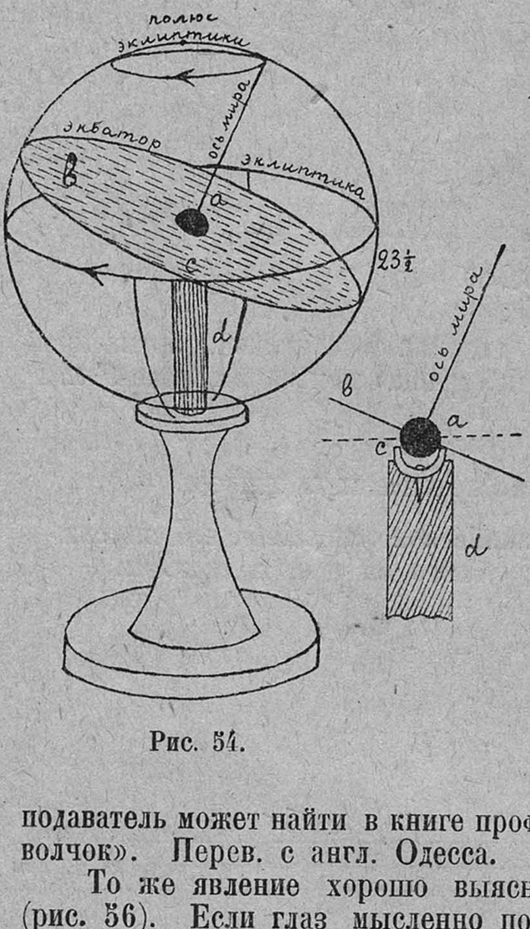


Рис. 54.

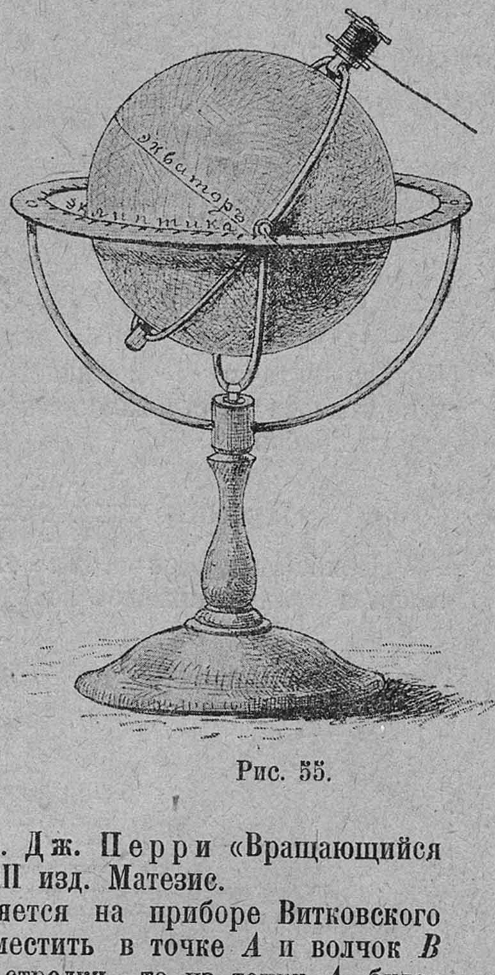


Рис. 55.

подаватель может найти в книге проф. Дж. Перри «Вращающийся волчок». Перев. с англ. Одесса. III изд. Матезис.

То же явление хорошо выясняется на приборе Витковского (рис. 56). Если глаз мысленно поместить в точке *A* и волчок *B* пустить вращаться против часовой стрелки, то из точки *A* будет казаться, что ось волчка при данном положении груза *C*, как это взято на рис. 56, будет описывать конус против часовой стрелки. Если же грузом *C* уравновесить волчок *B*, т.-е. если линия *ABC* будет горизонтальна, то этого явления не произойдет. При положении же груза *C* около *D* коническое движение оси волчка будет в обратную сторону, т.-е. по направлению часовой стрелки.

Описанный прибор без особого труда можно приготовить из обыкновенного гироскопа — игрушки. Отделив наружное кольцо, припаивают к внутреннему стержень с перемещающимся грузом *C*.

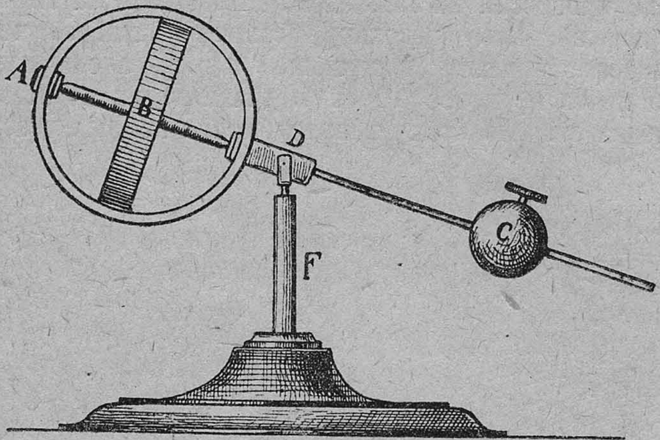


Рис. 56.

Прибор в точке *D* соединяется шарниром с вилкой, припаянной к вертикальному стержню, свободно вращающемуся в трубке *F* подставки прибора.

Прибор для объяснения приливов.

Прибор построен на том механическом основании, что система — земля и луна вращаются вокруг общего им центра тяжести.

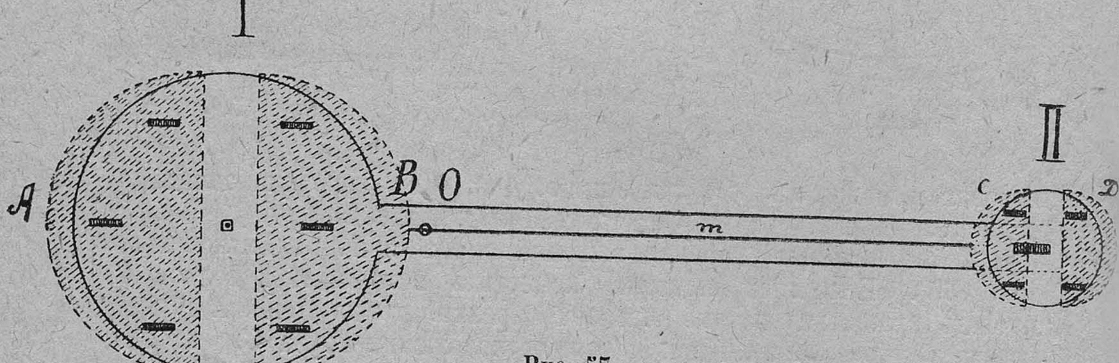


Рис. 57.

Два картонных диска I и II (рис. 57), из которых диаметр I в четыре раза, а вес, приблизительно, в 80 раз больше II, что достигается прикреплением соответствующего груза к диску I, укре-

пляются на концах длинного стержня по направляющим выступам. Вся система уравновешивается в определенной точке — в их центре тяжести.

Для удобства этот центр помещается немного дальше от центра земли в точке *O*. Через точку опоры *O* продета игла, на которой вращается весь прибор. За дисками помещены четыре куска картона полукруглой формы (заштрихованы пунктиром) *A*, *B*, *C* и *D*, эти последние, при помощи продольных прорезов и соответствующих направляющих выступов на дисках I и II, могут перемещаться в направлении стержня. Внутренние куски *B* и *C* соединены прочной ниткой, представляющей собою силу тяготения.

Перед опытом полукруглые куски надвигают на диски так, чтобы они не выходили из-за них, а затем прибор приводится в быстрое вращение вокруг оси *O*. Под влиянием центробежной силы, части *A* и *D* отодвигаются в стороны (положение на рис. 50 bis), и диск II (Луна), сместившись к концу стержня, увлечет за собою часть *B*; таким образом, полукруглые части *A* и *B* займут положения, соответствующие двум приливам на земле, из них *A* — под влиянием центробежной силы, а *B* — силы притяжения луны.

Описанный прибор не претендует на научную точность иллюстрации теории приливов, его назначение — дать популярное (в первом приближении) наглядное пособие (Лодж. «Пионеры науки», стр. 305).

II. Школьная астрономическая обсерватория.

ГЛАВА VIII.

Площадка для практических работ (космографический городок).

Исходя из основного принципа—*наглядности* при прохождении подготовительного и систематического курсов по космографии, при оборудовании школьной обсерватории, прежде всего, необходимо озаботиться в подыскании удобного помещения для практических работ с угломерными и другими приборами.

Школьная обсерватория может быть помещена или на поверхности земли или на крыше здания; в том и другом случае выбор места для нее должен быть произведен крайне осмотрительно, так как от этого зависит продуктивность будущей работы.

Если обсерваторию хотят поместить на поверхности земли, т.-е. хотят устроить космографический городок, то место для нее надо выбрать на поляне, по возможности с открытым во все стороны горизонтом. К сожалению, в городах выполнение этого условия крайне затруднительно; во всяком случае, желательно иметь открытым горизонт с севера, востока и запада не менее, как с высоты 25—30°, а с юга—с 15—30°. Крайне нежелательно близкое соседство: сильно дымящих труб, железных крыш, пыльных мостовых, трамвайных линий, электрических фонарей и вообще ярких источников света. Уже из этого далеко неполного перечня видно, сколько затруднений может быть встречено при устройстве обсерватории в городе.

Лучшим местом надо считать холм или южный склон возвышенности. Для городка выбирается место, покрытое травой, например, плац, огород или поляна в саду. Безусловно непригодны для помещения городка: долины, котловины, очень невыгодны северные склоны холма или возвышенности; кроме того, надо избегать помещать обсерваторию на площадках, покрытых песком.

Площадка для городка должна иметь не менее 2-х саженей по меридиану и 3-х—в направлении с запада на восток. Она должна быть обнесена прочной сплошной изгородью, высота которой не должна затруднять ведение практических работ.

Внутри отгороженного места, в западной или восточной половине, помещаются (по линии восток — запад) два или несколько кирпичных или бетонных столбов. Столбы возводятся на прочных фундаментах; высота их, считая от поверхности легкого дощатого настила вокруг столбов, должна быть не менее $1^1/_2$ арш. Толщина столбов (над фундаментами) — около $^1/_2$ арш., при чем круглая их форма удобнее четырехугольной. Дощатый настил не должен прикасаться к столбам.

Для приборов, постоянно установленных на столбах, к последним прикрепляются съемные металлические или хорошо промасленные деревянные футляры. Во второй половине площадки помещается башня с вращающейся крышей для рефрактора: если же устройство таковой не предполагается, то устраивается небольшое помещение для хранения приборов, справочных пособий, фонарей и проч. Очень хорошо, если это помещение может отапливаться, тогда в холодную погоду оно могло бы служить грелкой во время перерыва наблюдений, местом записей и экстренных вычислений.

Если площадка находится вдали от жилья, то из предосторожности не мешает двери на площадку и в башню и футляры над приборами снабдить предохранительными сигнальными электрическими замыкателями, провода от которых к звонку следует прокладывать по возможности скрытно, для чего удобнее всего их прокладывать в земле.

Помещая обсерваторию на крыше здания, необходимо руководствоваться следующими указаниями:

1) Столбы из кирпича или бетона для приборов и для штатива трубы должны быть возведены на капитальной стене, по возможности не на наружной, т.-е. выходящей на улицу; лучшим местом для их возведения надо считать пересечение двух капитальных стен.

2) Пол обсерватории должен быть не ниже конька крыши здания.

3) Пол не должен касаться столбов; для достижения этого в полу прорезываются соответствующие отверстия.

4) Площадка должна быть обнесена прочными перилами в $1^1/_2$ арш высоты.

Устройство входа на площадку зависит от конструкции крыши, но лучшим надо считать лестницу, отдельно проведенную с чердака в особый тамбур на крыше, помещенный у края площадки. Тамбур не должен быть выше стен башни с вращающейся крышей. На рисунке 58 показан примерный план площадки.

Чтобы уменьшить вредное влияние восходящих токов от нагретой железной крыши здания, полезно прилегающие к башне ее участки выкрасить белой или серой краской и покрыть деревянными щитами; последние кладутся на бруски, положенные параллельно коньку крыши. Щиты окрашиваются также белой или светло-серой краской.

Много неприятностей причиняют дымовые трубы, но избежать их близкого соседства часто бывает невозможно; лучше помириться



Рис. 58.

с этим соседством, но зато иметь устойчивые опоры для приборов; последнее, как увидим ниже, гораздо важнее.

Астрономическая площадка, построенная над зданием тверской мужской гимназии, может до известной степени служить образчиком подобного сооружения, описание ее устройства изложено в книге Н. Платонова «Практические занятия по начальной астрономии» (стр. 168).

ГЛАВА IX.

Башня для школьной обсерватории.

Если школа решила построить на площадке башню для астрономической трубы, то размеры башни должны быть тщательно согласованы с величиной имеющейся трубы и с предполагаемой величиной группы учащихся при групповой системе работ, с непремен-

ным однако, условием, чтобы никто из находящихся в башне не был праздным зрителем.

Считая, что для учебных целей школы рефрактор с объективом больше 4-х дюймов или рефлектор с зеркалом больше 6-ти дюймов—излишняя роскошь и что одновременно в башне продуктивно может работать группа учащихся не свыше 5-ти человек, за нормальный диаметр башни можно принять 4 аршина. Высота башни (не вращающейся ее части) зависит от системы и высоты штатива, и, во всяком случае, она не должна быть больше $2^1/_2$ арш.; большая высота повлечет за собой устройство сложных приспособлений для наблюдателя и вообще при групповых занятиях вызовет много неудобств.

Слабым местом астрономической башни обычно является ее вращающаяся крыша, при ее устройстве должны быть приняты все технические меры к тому, чтобы система крыши соответствовала школьным учебным целям, а для этого она должна удовлетворять следующим условиям:

1) Купол должен быть легок и покрыт материалом, противостоящим атмосферным переменам, безусловно водонепроницаемым и дурным проводником тепла.

2) Система вращения купола должна быть простейшая, не дающая отказов и допускающая быструю починку, и безусловно легкая.

3) Прорез в куполе для наблюдений должен быть не уже 1 арш. и *не сквозной*, а доходить лишь до зенита. Сквозные люки являются причиной неприятных сквозняков во время наблюдений, во избежание их башням придают излишнюю высоту, неудобную для производства школьных наблюдений. Правда, при половинном люке нельзя наблюдать зенита, но при школьных работах в наблюдении зенита не встречается надобности.

Для школьных целей наилучшей системой люка надо считать *секторную*, при которой сразу открывается $^1/_6$, а еще лучше $^1/_4$ часть полусферы. Подобная система устраняет необходимость частого вращения купола и допускает целой группе принимать участие в наблюдении одновременно в трубу и визуально.

4) Система открывания и закрывания люков должна быть простая, без сложных приспособлений и не дающая отказов.

В настоящее время существует не мало систем вращающихся куполов, но ниже мы укажем лишь на те из них, которые, по нашему мнению, наиболее применимы для школьных целей.

Устройство астрономической башни начинают с приготовления ее остова, для этого из брусков связывают два многогранника; число граней зависит от величины башни: при $3—3^1/_2$ арш. расстояния между двумя противоположными углами можно ограничиться 10-ю гранями, но лучшим размером для школы надо считать, как

было уже сказано, $4-4^1/_2$ арш. при 12-ти гранях. Нижний многогранник следует делать массивнее верхнего. Оба многогранника соединяются вертикальными стойками (по числу граней), длиной $2^1/_2$ арш. Для устранения бокового скашивания остова башни вертикальные стойки соединяются по диагоналям брусками.

Приготовленный таким образом остов обшивается снаружи и внутри горизонтально или стоймя «вагонкой» («вагонкой» называют особым образом выструганные доски, идущие для обшивки стен железнодорожных вагонов). В одной из граней делается дверь во всю высоту грани (рис. 59). Из дюймовых сухих досок приготовляют двухслойное кольцо, шириной в 4—5 вершков; наружный диаметр кольца должен быть равен (или на 2 вершка больше) диаметру окружности, описанной около верхнего края обшитых стен башни. Кольцо прочно прикрепляется к верхнему многограннику. Чтобы устранить прогибы в выступающих частях кольца под тяжестью крыши, под кольцом снаружи к граням прибивают треугольники (контрфорсы). Сверху, вдоль всего кольца, прибивается рельс, согнутый из таврового железа; при небольших размерах обсерватории (3 арш.) рельс можно приготовить из тонкого полосового железа (например, из так называемой «ящичной вязки»), согнув полосу вдоль под прямым углом.

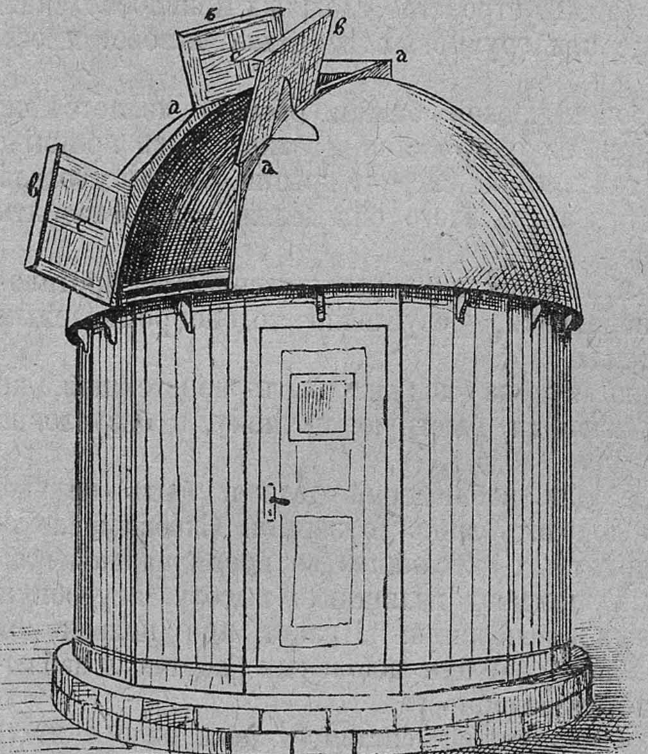


Рис. 59.

Очень важно, чтобы кольцо было прикреплено к барабану башни строго горизонтально, а верхнее ребро рельса составляло правильную окружность.

Теперь остается приготовить вращающуюся крышу. Крыша по своей форме может быть коническая или полусферическая; последняя удобнее, так как такая форма лучше противостоит ударам ветра.

Материалом для покрытия купола может служить тонкий цинк или оцинкованное железо, но *металлических покрытий лучше избегать*, заменяя их *ксилолитом*, *руберойдом* или *линолеумом*; только что перечисленные материалы водонепроницаемы, нечувствительны к атмосферным переменам и дурные проводники тепла.



Рис. 60.

Хорошим материалом может быть и парусина, хорошо прокрашенная масляной краской. Для временных (переносных) обсерваторий, например, для летних школьных дач вполне подходящей крышей является брезент или парусина (рис. 60 и 61).

Основанием вращающейся крыши служит другое кольцо, приготовленное также из двух слоев дюймовых (для небольших обсерваторий полудюймовых) дубовых досок; наружный его диаметр

должен быть на $1^1/_2$—2 вершка больше, чем у первого неподвижного кольца (при чем диаметр верхнего слоя должен быть на $^1/_2$ вершка больше нижнего), внутренние же диаметры колец одинаковы. По наружному краю кольца, между слоями, прострагивается неглубокий жолобок для помещения в нем проволочного троса от приспособления, вращающего крышу.

На нижней поверхности кольца намечается карандашом окружность с радиусом, равным радиусу окружности верхнего гребня рельса, после чего вдоль намеченной окружности врезают на равных друг от друга расстояниях 6 двух-или трехдюймовых металлических блока с глубокими жолобами; необходимо, чтобы блоки на своих осях имели боковую игру, для чего гнезда для них делаются на сантиметр шире блоков.



Рис. 61.

Затем приступают к приготовлению каркаса для крыши; для этого к основному кольцу прикрепляются перпендикулярно две согнутые в распаренном состоянии березовые или буковые дуги; радиус этих дуг должен быть равен радиусу внешнего края основного кольца крыши. Дуги располагаются параллельно, в расстоянии 1 арш. одна от другой, и соединяются в меридианальном направлении с основным кольцом несколькими согнутыми дугами; все эти дуги связываются 4 или 5-ю кольцами (обручами), параллельными основному кольцу, оставляя с одной стороны открытым для наблюдения промежуток между вертикальными дугами. Каркас может быть приготовлен и из тонкого углового железа, что в техническом отношении даже легче, но зато устройство его обойдется дороже, и крыша будет тяжелее, что отзовется при ее вращении. Приготовленный каркас покрывается сплошной опалубкой из $^1/_4$ дюйм. досок, поверх которой накладывается один из названных выше кровельных материалов. Для этого по заготовленным шаблонам из листов нарезываются соответствующей формы куски, которые и прикрепляются медными винтами к опалубке, а наружные швы

замазываются цементной замазкой (отверстие для наблюдения может заходить за зенит купола вершка на 4).

Отверстие закрывается тремя дверцами (рис. 59), для чего снаружи к продольным краям отверстия (люка) во всю его длину прикрепляются две дуговые рейки, вырезанные из дюймовых досок и имеющие каждая снаружи 3 плоских грани, на которые и ложатся дверки.

Дверки состоят из легких деревянных рам, покрытых тем же материалом, как и купол. При помощи обыкновенных дверных пружин дверки при открытом люке будут всегда занимать устойчивое

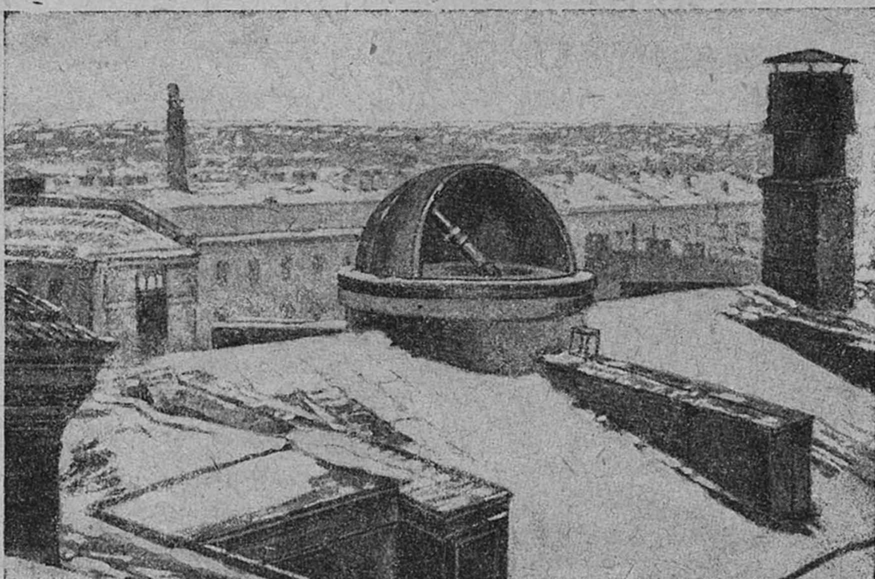


Рис. 62.

положение, что весьма важно при ветреной погоде. Открываются двери, начиная с верхней, а закрываются в обратном порядке; таким образом, при закрытом люке нижний край вышележащей двери налегает на верхний край нижней дверки; этим достигается тщательное закрывание люка. Трехстворчатая система устраняет необходимость сквозного люка, сильно усложняющего систему его закрывания; кроме того, люк описанного устройства устраняет вредные для наблюдателей сквозняки; затем, предлагаемая система дает возможность по желанию уменьшать отверстие для наблюдений, что очень выгодно при отбрасывании изображений солнца на экран, так как, пропустив объективную часть трубы в прикрепленную в виде мешка светонепроницаемую материю, мы получим на экране,

в затененной башне необыкновенно отчетливое изображение солнца [1]).

На странице 46 было сказано, что самой удобной системой люка для школы надо считать *секторную* (рис. 62 и 63), при которой сразу открывается $^1/_4$ часть поверхности купола, что значительно увеличивает поле зрения при визуальных наблюдениях, дает возможность наблюдать небо целой группе прямо из башни и устраняет необходимость частых поворотов купола. На рис. 64 и 65 показано устройство подобной системы; крыша секторного люка, имея ось вращения в зените купола, перемещается по рельсу при помощи трех катков. Для правильной работы необходимо крыше придать точную сферическую форму.

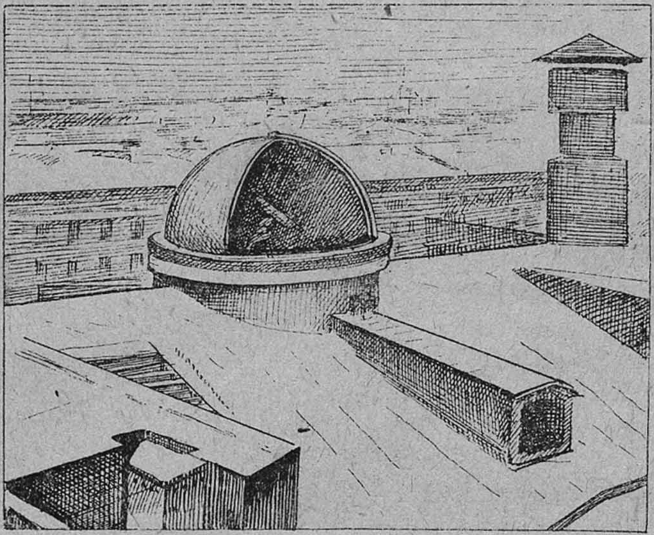


Рис. 63.

Учредителем кружка популяризаторов «Русская Урания» Ю. А. Миркаловым сконструирована астрономическая башня, изображенная на рис. 66 и 67. Миркаловым было построено несколько башен и для школ; но, применяя эту безусловно практичную систему для школ, необходимо в ней делать следующие изменения:

1) увеличить ширину люка, для чего обе половины купола должны быть раздвигаемы несколько больше,

2) половину люка (от зенита) закрыть парусиной или брезентом, что даст возможность избежать сквозняков, а, следовательно, и понизить стенки башни до нормальной высоты в $2^1/_2$ аршина.

---

[1]) Вполне пригодный тип обсерватории для школы описан С. В. Муратовым в журнале «Мироведение» за 1918 г., № 1. Имеется отдельным изданием в редакции «Мироведения».

Для вращения крыши делается особое приспособление, изображенное схематически на рис. 68 *a*, *b*, *c*. Тонкий проволочный трос прокладывается по жолобу верхнего кольца, затем проходит по двум блокам *a*, прикрепленным к верхнему кольцу барабана, и закрепляется концами к шкиву с двумя глубокими жолобами с таким расчетом, чтобы при его вращении за рукоятку *m* (внутри башни) один конец сматывался, а другой наматывался на шкив. Чтобы устранить скольжение троса по жолобку кольца, трос в точке *C* прикрепляется к кольцу неподвижно.

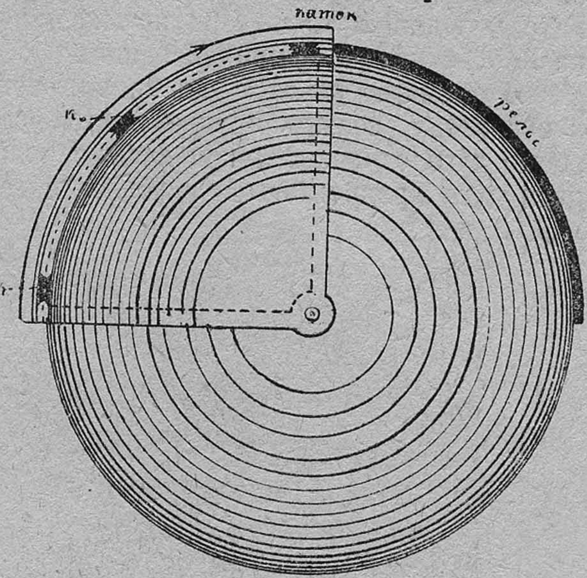


Рис. 64.

Для обсерватории небольших размеров очень хороша по своей простоте и совершенно не дающая отказов следующая система вращения купола: к верхнему кольцу барабана прочно прикрепляется железный круглый стержень *b* с чекой (рис. 69 *a*, *b*), на стержень надевается железная вилка *a*; последняя должна свободно вращаться вперед и назад. К основному кольцу купола с внутреннего его края привинчивается железная полоса с отверстиями на равном расстоянии (около 3 вершков) одно от другого; через отверстие полосы в кольцо вбиваются толстые гвозди *C* с отрезанными шляпками.

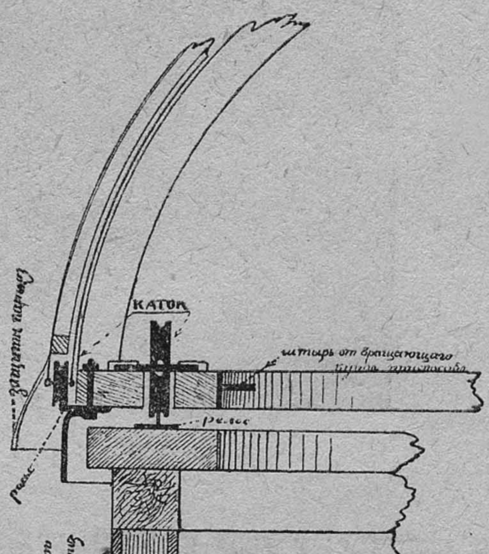


Рис. 65.

Можно обойтись и без железной полосы, но, как показал опыт, в случае прогиба гвоздей, полоса предохраняет кольцо от раскалывания. Для вращения крыши вилкой захватывается гвоздь, и, при вращении вилки

за длинное ее плечо, крыша поворачивается, после чего, уклонив от себя рукоять вилки, снимают последнюю с гвоздя, надевают на следующий и т. д. При навыке в полминуты можно повернуть на 360° купол 4-аршинной башни.

Устройство каркаса для брезентового купола (рис. 60) проще: к основному кольцу прикрепляются согнутые буковые или березовые дуги одинаковой кривизны с нижним кольцом; другими концами дуги прикрепляются в зените к деревянному кружку 6 вершк.

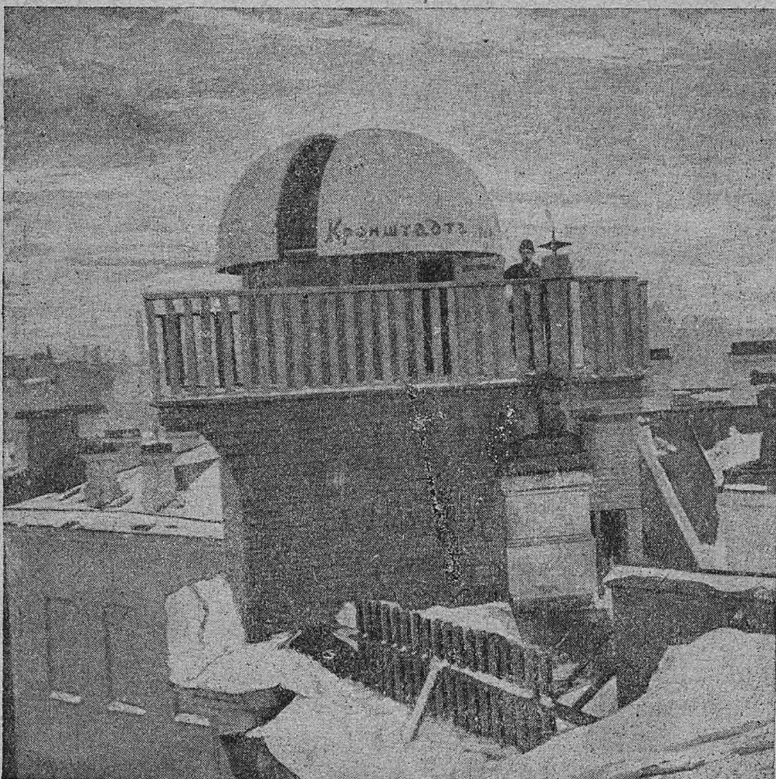


Рис. 66.

в диаметре; в трех или четырех местах дуги связываются кольцами из полосового железа (из такого же железа можно устроить и весь каркас), оставляя свободным для наблюдений один пролет между дугами. Приготовленный каркас окрашивается снаружи и внутри масляной краской (суриком) или асфальтовым лаком; особенно тщательно должен быть покрашен металлический каркас, так как в противном случае ржавчина скоро испортит брезент крыши.

Приступая к шитью крыши, необходимо предварительно приготовить из бумаги выкройку по одному из пролетов. Сшивать

следует двойным швом, при чем необходимо, чтобы откидывающаяся при наблюдении часть крыши была вершков на 6 шире

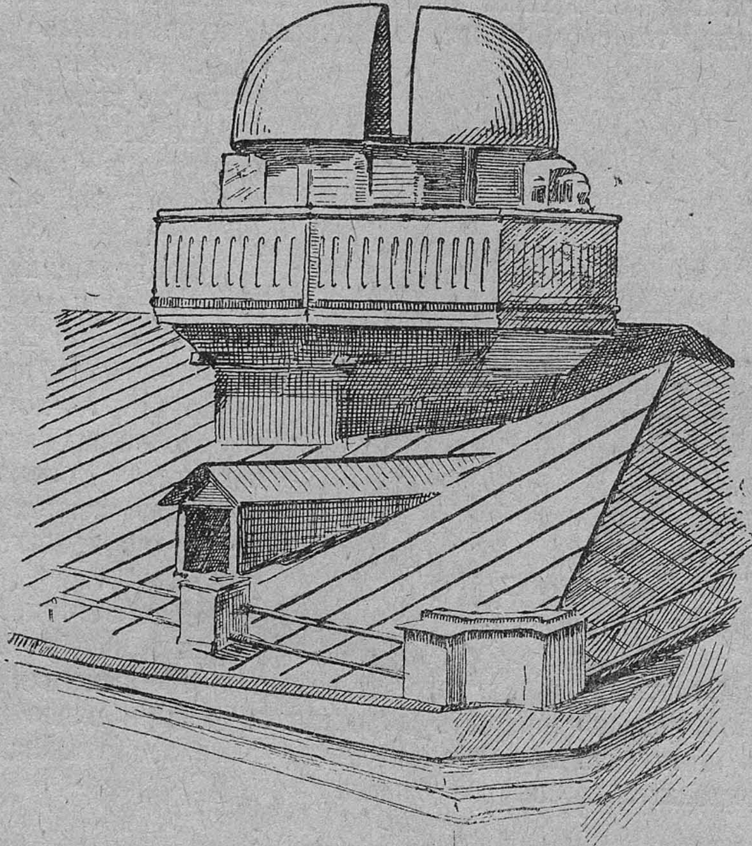


Рис. 67.

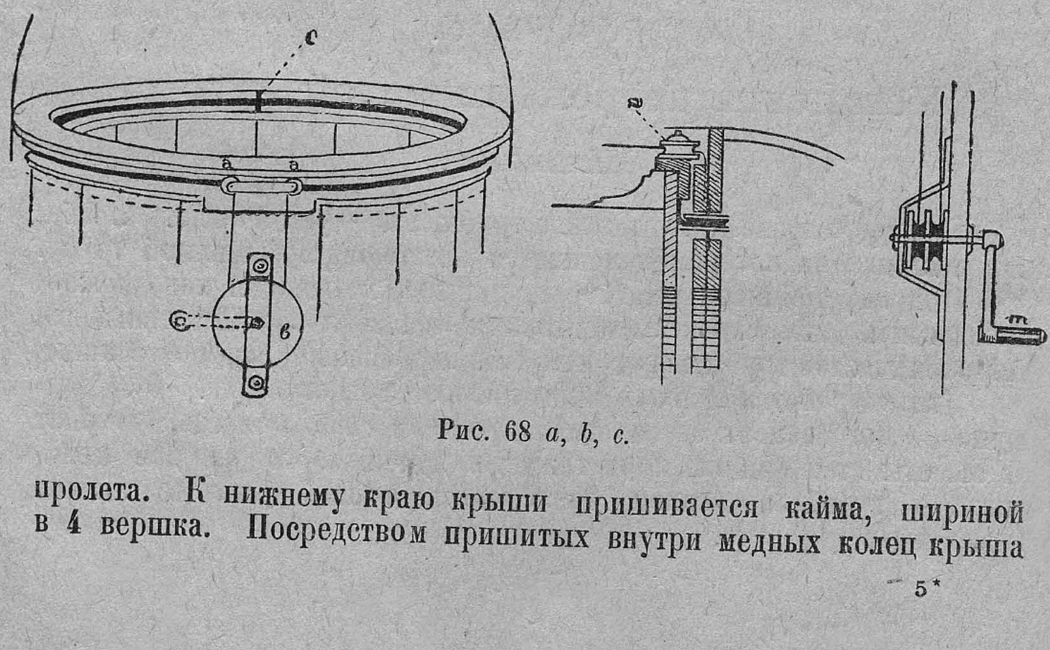


Рис. 68 *a*, *b*, *c*.

пролета. К нижнему краю крыши пришивается кайма, шириной в 4 вершка. Посредством пришитых внутри медных колец крыша

привязывается к каркасу. На верху купола (в зените) пришивается круглый клапан, диаметром в 6 вершков.

Материалом для крыши может служить химически пропитанная парусина или, что еще лучше, химически пропитанный брезент.

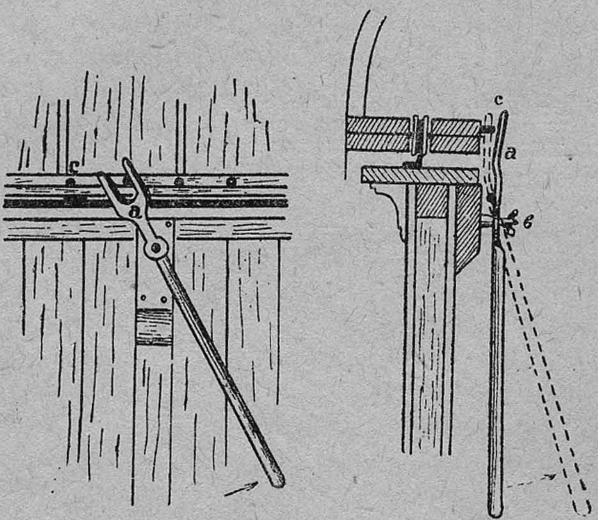


Рис. 69 *a*, *b*.

Масляной краской крышу лучше не красить, так как окрашенный брезент или парусина в морозные дни при открывании будет ломаться.

Для вращения брезентовой крыши можно применить одно из описанных выше приспособлений, особенно второе, хотя в них нет особой надобности, так как крыша очень легка, и ее без всяких усилий не трудно вращать прямо рукой.

Обсерватория, построенная на поверхности земли, снабжается полом, в котором делается отверстие для штатива трубы. Пол полезно покрыть линолеумом, а при входе в башню поместить щетку для ног, так как пыль, а особенно мелкий песок, крайне нежелательны внутри башни.

ГЛАВА X.

Установка астрономической трубы.

Штативы.

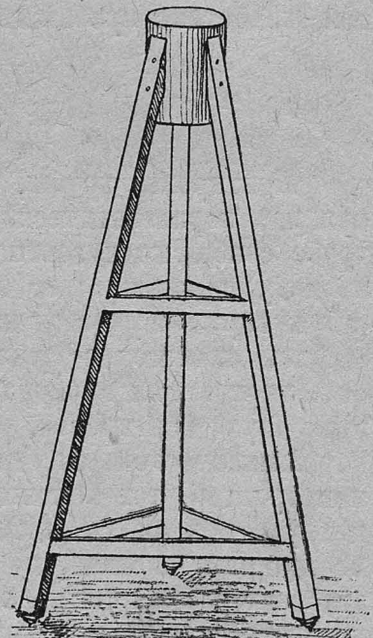
Главное условие при установке трубы, это — устойчивость столба, или штатива, на котором помещается механизм, вращающий трубу.

При неустойчивом штативе неприятно, а подчас и невозможно, производить даже самые элементарные наблюдения. Штативы для астрономической трубы могут быть или переносные, или постоянные.

Для устройства первых приготовляют треногу (рис. 70). Толщина ее ног зависит от ее высоты (что, в свою очередь, зависит от высоты стен башни) и от тяжести помещаемого на ней механизма с трубой; во всяком случае, ноги должны быть не тоньше 1 вершка в квадрате.

Верхние концы ног врезаются в березовый или дубовый цилиндр 4-х или 5-ти вершков в диаметре и около 6-ти вершков высотой. Внизу и посредине прочно связываются распорками, а к нижним их концам прикрепляются нивеллирные винты. Для установки подобного штатива на поверхности земли предварительно делается круглый фундамент в один кирпич, или кладется соответствующей величины плита, в которую закрепляют три железные пластинки с коническими углублениями для нивеллирных винтов штатива. Заменять подставку для трубы обыкновенным фотографическим штативом положительно не рекомендуем, так как даже самый устойчивый из них даст во время наблюдений крайне нежелательные сотрясения трубы.

Постоянным штативом может служить описанная выше тренога, концы которой прочно вделываются в фундамент или в каменный столб, если обсерватория помещается на крыше здания; для этого тренога соответственно удлиняется. Но лучшим постоянным штативом надо считать круглый столб из сухого плотного дерева (березы, дуба), вершков 5 или 6 в обрезе.


Рис. 70.

Если обсерватория на земле, то столб врывается в землю. Неглубоко врытый столб зимой чисто отклоняется от вертикального положения вследствие неравномерного промерзания почвы, а потому врывать его следует не менее, как на $1^1/_2$ арш. Если же обсерватория на крыше, то в выведенном до уровня пола кирпичном столбе оставляется канал (как в печных трубах) глубиной в 1 арш., нижний конец деревянного столба строго вертикально вкладывается в этот канал, а промежутки заливаются цементом с песком и щебнем. Очень выгодно для устойчивости основной кирпичный столб выкладывать пирамидально или снабдить его контрфорсами до $^2/_3$ его высоты.

Верхний обрез деревянного столба должен иметь строго горизонтальную поверхность. Укрепленный столб покрывается горячей олифой и масляной краской. Только что описанная система обладает удовлетворительной устойчивостью, прочна и дешева, но под влиянием атмосферных условий деревянный столб все же современем кривится, что нарушает прочность установки, а потому, если есть возможность, лучше для штатива приобрести соответствующей длины толстостенную металлическую трубу, диаметром не меньше 6-ти дюймов.

Металлическая труба укрепляется в бетонном основании. Очень устойчивое основание для трубы можно приготовить из бетона, придав ему слегка коническую форму; вообще, бетон (портландского цемента по объему 1 ч., песку 3 ч. и мелкого щебня 4 ч.) является прекрасным материалом для фундаментов и столбов под астрономические приборы; при незначительном навыке из бетона можно построить и стены обсерватории, придав им толщину 3—4 дюйма; надо лишь помнить, что железные болты для присоединения к стене дверных петлей, верхнего кругового рельса и других приспособлений необходимо закладывать в бетон, пока не наступило его затвердение, что происходит очень быстро (через 20—30 минут), в твердом же бетоне пробивать отверстия не всегда возможно.

Монтировка трубы.

Монтировка трубы, как известно, может быть или азимутальная или параллактическая. В первом случае во время наблюдений трубе сообщаются вертикальное (по высоте) и горизонтальное (по азимуту) вращения; во втором случае, благодаря наклону часовой оси к горизонту на угол, равный широте места, для наблюдения светила достаточно равномерно вращать трубу вокруг ее часовой оси, не изменяя наклона трубы (склонения). Сопоставляя свойства этих двух монтировок, сразу делается очевидным преимущество параллактической системы. Кто наблюдал в трубу с азимутальной монтировкой, тот хорошо знает, сколько напрасно тратится времени и труда при наблюдениях; надо иметь большую сноровку, чтобы не потерять светило, пойманное в поле зрения трубы. Особенно эта система неприятна в школе; положим руководитель пожелал бы показать слушателям какое нибудь светило,—пока юный, неопытный наблюдатель подойдет к трубе, поставит окулятор по своему глазу, светило уже ушло, и поймать его трудно.

При некоторых же занятиях, например, даже при самых грубых измерениях и при фотографировании, эта монтировка для малоопытного наблюдателя совершенно непригодна. А потому при дальнейшем изложении главное внимание будет обращено на конструкции параллактической системы.

Образец азимутальной монтировки изображен на рис. 71. Устройство ее заключается в следующем: в цилиндре штатива делается сквозное круглое отверстие, в которое вставляется вращающаяся колонка *a*, в прорез головки последней прочно прикрепляется в наклонном положении брусок *b*, несущий на своем конце площадку *c* для помещения трубы. Площадка имеет ушки с зажимным винтом, благодаря которому труба может быть закреплена в любом положении.

Для параллактической монтировки штатив или столб должен быть приспособлен соответствующим образом. К верхнему обрезу столба (рис. 72) привинчивается кружок *a* диаметром в 5 или 6 вершков; кружок вырезается из дубовой дюймовой доски; по линии его диаметра пропускаются 2 медных винта, головки которых неподвижно закрепляются. Линия винтов должна быть перпендикулярной к полуденной линии, что легко определить по компасу. В центральное отверстие кружка плотно вставляется деревянный или железный стержень *b*, выходящий над поверхностью кружка на $^1/_2$ дюйма. Из дюймовой же доски вырезается второй круг такого же диаметра, в центре просверливается отверстие для стержня *b*, а по окружности против винтов для прохода последних проре-

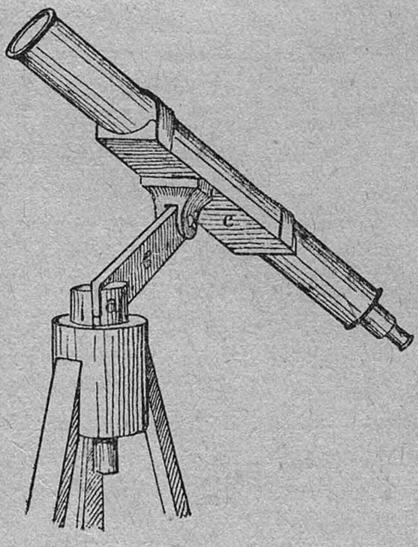


Рис. 71.

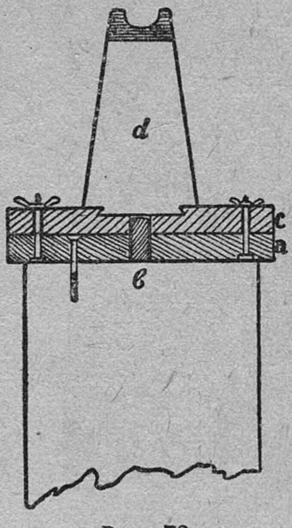


Рис. 72.

заются 2 дуговых отверстия, длиной в 1 вершок (рис. 73). К верхнему кружку прикрепляется клин *d* параллактической системы, после чего верхний кружок надевается на стержень *b*. Дуговые вырезы верхнего кольца дают возможность точно установить прибор по азимуту, после чего верхний кружок неподвижно закрепляется гайками.

Простейшая параллактическая монтировка изображена на рис. 73. Для ее устройства из толстой дубовой или березовой доски приготовляется клин *C*, с таким расчетом, чтобы угол *ABD* равнялся широте места. К нижнему выступу *F* прикрепляется толстая металлическая пластинка *g* с коническим отверстием, а в верхнем более низком выступе *A* вырезается жолоб. Часовой осью служит деревянный цилиндр; в центре нижнего его обреза вбивается толстый

круглый гвоздь f с коническим острием, с верхним концом цилиндра особыми ушками соединяется площадка e, несущая трубу; в желобке цилиндр удерживается металлической накладкой m. По склонению труба закрепляется гайкой h. Чтобы исправить угол наклона часовой оси, подкладывают под ось в жолоб верхнего выступа кожаные прокладки или углубляют самый жолоб.

На рис. 74 показано, как воспользоваться имеющейся колонкой от азимутальной монтировки. Для этого колонку отвинчивают от ее основания, а круглые гайки заменяют барашками n и m. Из дуба вырезается клин с наклоном его ребра AB соответственно широте места; в острых его углах делаются вырезы, в нижний вырез

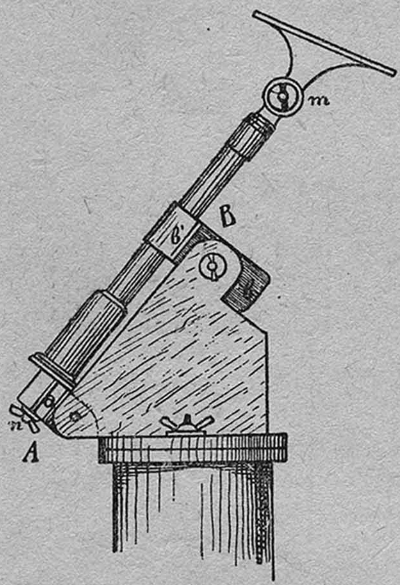


Рис. 73.

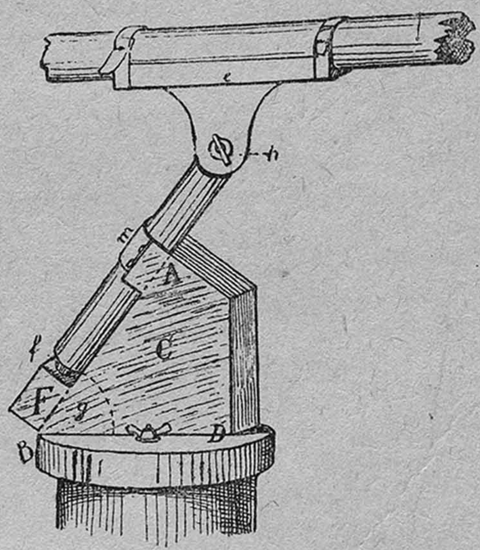


Рис. 74.

входит ушко бруска a с жолобом и металлической накладкой для помещения нижней части колонки, а в верхний вырез b пропускается ушко бруска b^1, имеющее продольное отверстие, длиной около $^1/_2$ вершка, для пропуска зажимного винта. Широкая часть бруска b^1 имеет жолоб и металлическую накладку. Закрепление часовой оси производится гайкой n, а закрепление по склонению— гайкой m. Точная установка часовой оси по широте достигается опусканием или подниманием бруска b^1, после чего последний закрепляется гайкой.

Приспособление для установки часовой оси может быть видоизменено еще и следующим образом (рис. 75): верхний угол клина закругляется и в нем прочно закрепляется головка винта C, на выступающую часть винта надевается пластинка b со сквозною

прорезью; в верхней части пластинки прорезается круглое отверстие *a* для часовой оси (колонки), по бокам клина привинчиваются 2 металлические направляющие пластинки *d*. Для изменения наклона часовой оси освобождается гайка *C*.

Описанные монтировки, благодаря своей простой конструкции, могут быть приготовлены при небольшом навыке в мастерстве и собственноручно, но раз имеется хорошая астрономическая труба значительных размеров (с объективом более 75 миллиметров), выгоднее построить более солидную монтировку, хотя бы вроде изображенной на рис. 76. Устраивая подобную монтировку, придется обратиться к хорошему кузнецу или слесарю. Основой монтировки служит также дубовый клин, вырезанный с наклоном, соответствующим широте места; клин по линии *AB* распиливается на 2 части, обе части соединяются у нижнего угла широкой прочной петлей, а спереди закрепляются зажимным винтом *C*, вделанным в верхнюю часть клина и проходящим в дуговые отверстия двух толстых металлических пластинок *b*; последние прикрепляются к нижней части клина. Чтобы придать верхним концам пластинок параллельное направление, к верхнему куску клина привинчиваются по бокам две щеки *e*.

Подобное устройство клина дает возможность легко придать часовой оси желаемый наклон.

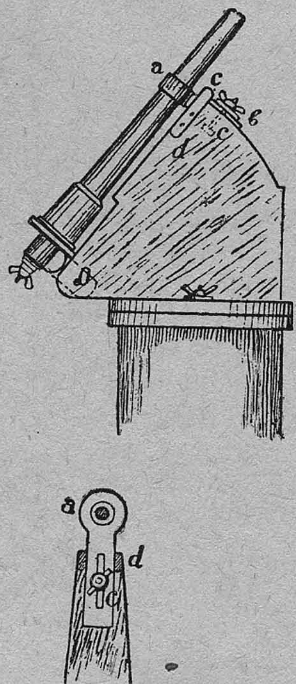


Рис. 75.

Вдоль наклонной грани клина вырезается жолоб для часовой оси, последняя вытачивается из железа или стали и имеет на концах винтовые нарезки, одну — для противовеса *n* (последний не обязателен), а другую — для железной вилки, и утолщение, препятствующее оси скользить вдоль жолоба. В жолобе ось удерживается двумя медными подшипниками и накладками *m* и m^1. Вилка в нагретом состоянии туго навинчивается на ось и закрепляется гайкой. В ушки вилки свободно, но без зазоров, вставляется круглый железный стержень также оканчивающийся винтовыми нарезками; на длинную винтовую нарезку навинчивается противовес n^1, а на короткую в нагретом состоянии туго навинчивается металлическая пластинка *g* и закрепляется гайкой. Чтобы ось не скользила в ушках вилки, на ось надевается шайба и навинчивается гайка. Для закрепления часовой оси служит медный винт *h*, ввинчивающийся в нижнюю накладку *m*, для закрепления же трубы по склонению служит винт, ввинчивающийся в ушко вилки. При устройстве описанной монти-

ровки необходимо обратить особенное внимание, чтобы: 1) ось склонений, вложенная в ушки вилки, была строго перпендикулярна к часовой оси; в свою очередь, пластинка g, несущая трубу, должна быть перпендикулярной к оси склонений; 2) клин должен быть прикреплен перпендикулярно к верхнему кругу, установленному предварительно строго горизонтально. Для закрепления трубы к пластинке g привинчиваются две деревянные стойки с треугольными вырезами. Труба пристегивается ремнями к зажимам (рис. 77).

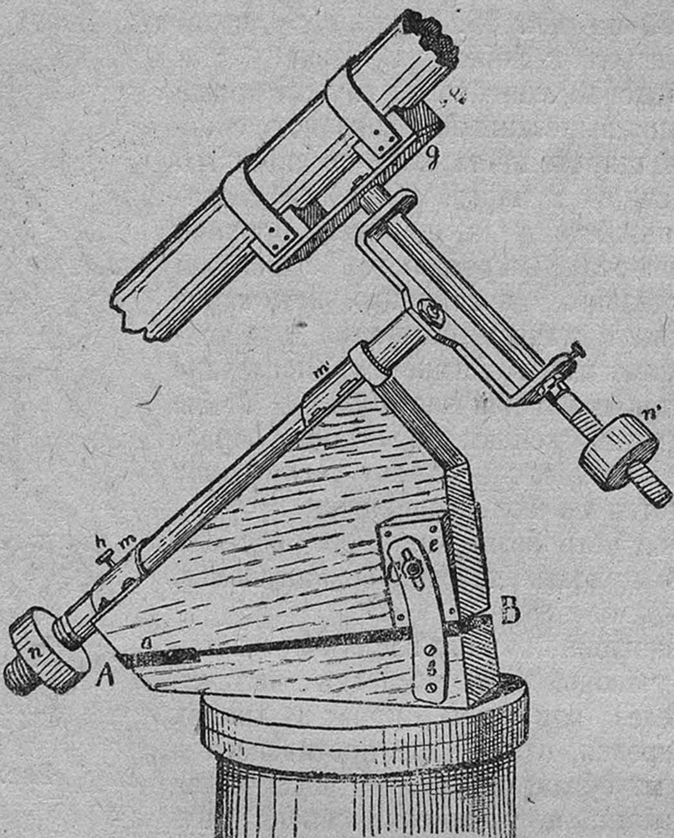
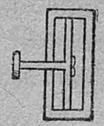


Рис. 76.

Этот способ закрепления дает возможность быстро уравновешивать трубу и предохраняет ее от прогибов. Для труб большой сравнительно величины способ прикрепления ремнями недостаточно прочен, в данном случае ремни заменяются металлическими пластинками с стяжными винтами.

Свинцовый груз n уменьшает трение часовой оси об обойму m и препятствует оси скользить вверх. Что касается противовеса n^1, то последний выгоднее делать с изменяющимся весом: это дает возможность быстро уравновесить систему при различной нагрузке

трубы (фотографическим аппаратом, солнечной ширмой, солнечным экраном и др.). Противовес (рис. 77) подобного устройства состоит из жестяного цилиндра, к его основаниям по оси припаиваются 2 гайки, заключенные в жестяной цилиндр через отверстие цилиндр наполняется дробью или песком, после чего отверстие закрывается пробкой.



Для плавного вращения часовой оси выгодно к монтировке присоединить особое приспособление; сущность его устройства заключается в следующем (рис. 78): на верхний конец часовой оси надевается колесо g с зубчатым жолобом; для этого можно воспользоваться маховиком от старой швейной машины, остается лишь в имеющемся на нем жолобе сделать зубчатую насечку. В муфте колеса t делается отверстие с винтовой нарезкой для медного винта h, который, тормозя, соединяет неподвижно колесо с часовой осью.

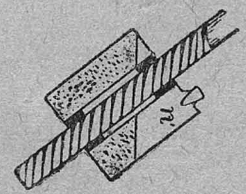


Рис. 77.

Колесо, а, следовательно, и вся система, приводится во вращение бесконечным винтом d. Винт помещается в особой металлической подставке c; последняя, если колесо имеет зажимной винт h, прикрепляется к клину неподвижно, если же зажимного винта нет, то подставка делается подвижной, для чего в середине ее вырезается отверстие для пропуска винта f с гайкой и направляющего n (рис. 79); в последнем случае для освобождения часовой оси слегка отвинчивается гайка, и подставка сдвигается вниз [1]). На выступающие концы бесконечного винта надевается ключ.

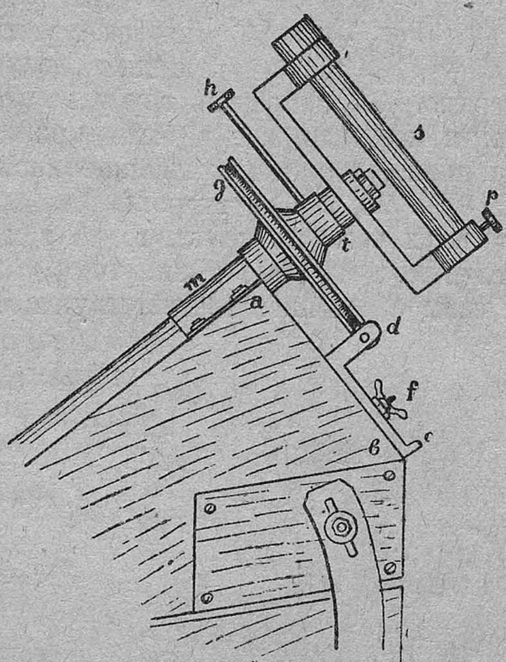


Рис. 78.

Ключ (рис. 80) состоит из медного прута или трубки, соединенного с зажимной частью a посредством шарнирного соединения b, допускающего перегибы ключа во все стороны почти на 90° В настоящее время К. Цейсом приготовляются эластичные ключи.

---

[1]) Систему сдвиганий удобнее заменить системой пружинного зажима.

имеющие большое преимущество перед описанными выше, так как их можно отклонять почти на 180°, не тормозя вращения.

Остается еще сделать общие указания: дерево для всех частей установки должно быть совершенно сухое, все деревянные части покрываются олифой (лучше горячей) и окрашиваются масляной краской. Для уменьшения трения вращающихся осей вся система должна быть хорошо уравновешена, а трущиеся поверхности смазаны.

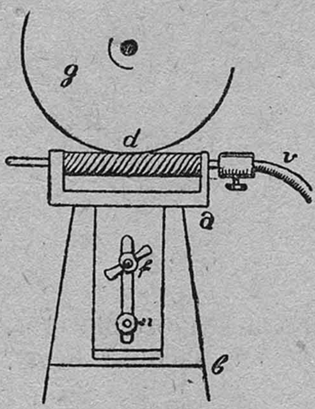


Рис. 79.

Весьма желательно снабдить монтировку кругами — часовым и кругом склонений, но приготовить точно разделенные круги самому почти невозможно, изготовление же их по заказу обходится очень дорого, да и приготовить их могут только известные механики. Кроме того, для пользования точными кругами необходима монтировка с тщательно выверенными осями особой конструкции (коническими).

Для учебных целей можно ограничиться с успехом кругами—«искателями», дающими возможность приблизительно (например, до $^1/_2$°) направить трубу на желаемую точку неба. Подобные круги-искатели могут быть приготовлены и своими средствами из цинка, латуни или граммофонной пластинки; деления наносятся от 0 до 90° в обе стороны от диаметральной линии круга; что касается часового круга, то на нем удобнее нанести не градусные деления, а часовые и минутные, т.-е. разделить круг на 24 части, а каждое деление, соответствующее одному часу, смотря по вели-

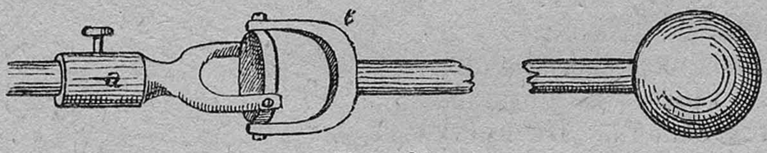


Рис. 80.

чине круга, на 4, 6 или 10 частей (т.-е. с точностью до 15, 10 или 6 минут).

Из описанных выше монтировок круги с пользой могут быть применены особенно к конструкции, изображенной на рис. 76 и 78, Часовой круг, при помощи особой шайбы, припаянной к кругу, туго надвигается на утолщение часовой оси (рис. 76), а указатель (простая стрелка) прикрепляется к верхнему срезу клина. Если

монтировка имеет приспособление для вращения часовой оси, то часовой круг удобнее закрепить на нижнем конце часовой оси, прикрепив указатель к нижнему срезу клина. Для правильной установки часового круга последний не должен закрепляться неподвижно. Круг склонений припаянной к нему шайбой надевается на выступ (рис. 76) оси склонений, а указатель прикрепляется к ближайшему концу вилки.

Много ценных указаний относительно монтировок можно найти в книге Рюдо: «Как изучать небесные тела» и в журнале «Мироведение» (см. библиогр. указатель — приложение IV).

Учебным заведениям, пожелавшим приобрести готовые монтировки, можно рекомендовать у нас: физико-механическую и оптическую мастерскую при Научном Институте Лесгафта (Торговая, 25 — в Ленинграде).

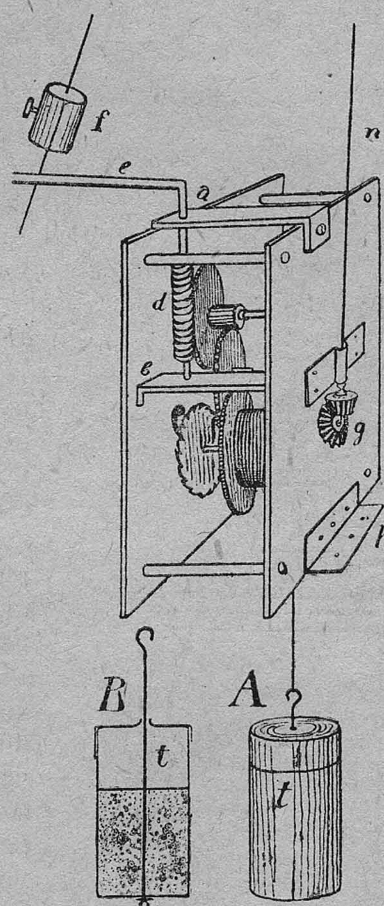


Рис. 81.

Часовой механизм для вращения трубы.

Часовой механизм, вращающий часовую ось параллактической монтировки, в значительной степени облегчает и упрощает процесс наблюдений, и если его редко можно встретить в школьных монтировках, то это объясняется единственно его дороговизной и невозможностью приобретения у нас. Но в школе, где на первом плане стоит наглядность и удобство наблюдений, а не его точность, можно обойтись прибором и попроще. Лично нами было испытано несколько простых механизмов (соединение бесконечного винта с гирей стенных часов, механизм с песком и др.), но лучшим по своей вполне удовлетворительной точности бесспорно оказалась конструкция, описанная ниже. Необходимо достать у часовщика часовой механизм от стенных часов. Удалив из механизма лишние колеса (боевую передачу), секундное колесо, за зубцы которого захватывает якорь маятника, соединяют с бесконечным винтом d (рис. 81 A), для этого между стенками механизма прикрепляются 2 пластинки a и b с отверстиями для винта. К верхнему концу

винта припаивается согнутая пластинка *e* с несколькими отверстиями. Регулятором хода часового механизма служит конический маятник *f* (рис. 82 и 83). Устройство его заключается в следующем: к верхнему кольцу столба гайкой прикрепляется металлический стержень *d*; от прогиба вниз и в стороны он удерживается двойной металлической подпоркой *S*; наружный конец стержня имеет отверстие *e*, сферически расширенное наверху; отверстие должно приходиться строго над осью бесконечного винта часового механизма. В отверстие вставляется стальной прут (например, вязальная спица) с припаянным наверху маленьким металлическим шариком; внизу на прут надевается грузик *f* с зажимным винтом. Нижний конец прута вставляется в одно из отверстий пластинки *e*.

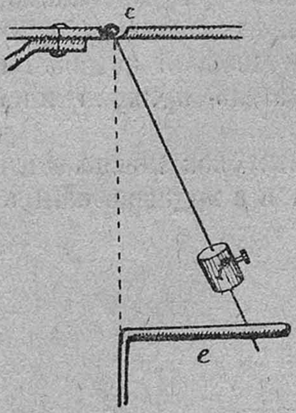


Рис. 82.

Для изменения скорости хода механизма понижают или повышают грузик *f* и изменяют расстояние нижнего конца прута от оси бесконечного винта.

Вес грузика *f* подбирается опытным путем. Гирей для механизма с успехом может служить круглая жестяная коробка *t*, по ее оси пропускается металлический стержень с кольцом внизу; над крышкой стержень загибается крючком для подвешивания к струне или бечеве. Коробка наполняется до требуемого веса дробью или песком (рисунок 81 *B*).

Соединение часового механизма с бесконечным винтом монтировки делается или посредством системы 4-х конических зубчатых шестерен (рис. 81 *g*) или посредством эластичного ключа Цейса (*пунктир* на рис. 83). Последний способ гораздо проще, но при пущенном механизме вначале бывает небольшой отказ, который особенно вреда не принесет.

Описанный часовой механизм обладает достаточно ровным ходом, скорость которого по желанию может быть быстро изменена, и обходится сравнительно недорого.

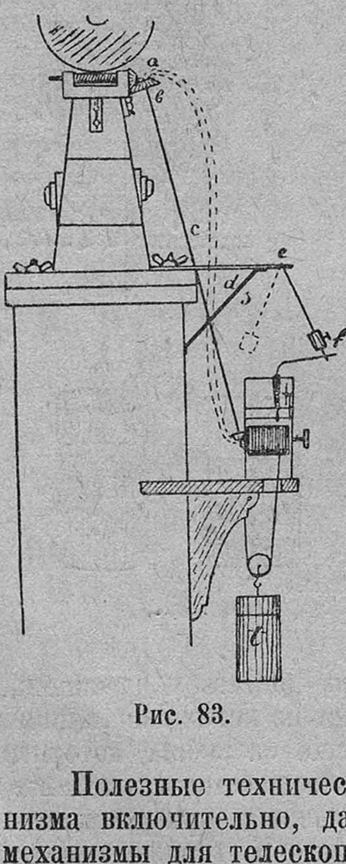


Рис. 83.

Полезные технические указания, до примерного расчета механизма включительно, даны в статье С. В. Муратова «Часовые механизмы для телескопов», «Мироведение» за 1918 г., № 2.

ГЛАВА XI.

Астрономическая труба.

Астрономическая труба является одним из полезнейших приборов-пособий при практическом прохождении курса космографии. Нет надобности иметь трубу больших размеров, так как ее назначение в школе — не подробное изучение небесных явлений, а только знакомство с ними, а для этого вполне пригодна труба очень скромных размеров; но в то же время желательно иметь трубу с хорошими оптическими качествами, так как в противном случае наблюдения в значительной степени теряют свою поучительность, у слушателей зарождается чувство разочарования, нежелательным образом отражающееся на общем интересе к предмету.

Кто наблюдал в плохую трубу, тот хорошо знает, как неприятно видеть, например, луну, окрашенную во все цвета спектра, или вместо солнечных пятен созерцать какие-то размытые грязные пятна, а все звезды наблюдать с кометными хвостами. Однако, приобретение хорошей астрономической трубы связано с значительными материальными затратами, так как ее приходится выписывать из-за границы или значительно переплачивать при покупке от русских оптиков.

Труба обойдется значительно дешевле, если ее собрать самому или, что еще лучше, обратиться с этим к хорошему оптику-механику, выписав предварительно из-за границы (можно без обращения к услугам наших фирм) объектив и окуляры.

Здесь будет уместно сказать несколько слов по поводу самодельного изготовления трубы с дешевыми стеклами, иногда рекомендуемого в популярных книгах. На основании многократных личных опытов, мы положительно не советуем приниматься за эту крайне неблагодарную работу.

Самодельщина имеет свои хорошие и дурные стороны. С одной стороны, она дает возможность построить дешевый, наглядный и простой прибор, т.-е. прибор без всяких бросающихся в глаза, а, следовательно, и излишне отвлекающих внимание технических деталей, но, с другой стороны, далеко не всякий самодельный прибор возможно приготовить с таким совершенством, чтобы он с удовлетворительной точностью передавал демонстрируемое им явление, уже не говоря про полноту передачи; это особенно касается оптических приборов.

Предположим, например, что кто-либо из преподавателей или учеников захотел приготовить астрономическую трубу (разумеется, с тем, чтобы ею производить наблюдения, а не показывать лишь физический принцип ее устройства); точно следуя книжным советам,

он приобретает простую длиннофокусную чечевицу для объектива, две, а чаще одну чечевицу от микроскопа — для окуляра, приготовляет бумажный или деревянный корпус трубы, прилагает все старание при сборке частей, и в результате получает прибор, дающий очень слабое увеличение, к тому же со всеми аберрациями. Затраченные время и труд не соответствуют результатам.

Другое дело, если имеется старая хорошая зрительная (земная) труба. Как известно, ее корпус состоит из нескольких частей, вдвигающихся одна в другую. Часть с наибольшим диаметром несет объектив, а с наименьшим — окуляр. Особенно хороши для переделки в астрономическую трубу морские подзорные трубы; их корпус не составной, а состоит из одной, обыкновенно деревянной, трубы. Такие трубы снабжены объективами большего сравнительно диаметра, оптические качества их вообще выше сравнительно с полевыми трубами. Цельный же корпус трубы имеет еще и то большое преимущество, что устраняет несовпадение оптических осей объектива и окуляра, искажающее изображение.

У небольших (карманных) подзорных труб увеличение незначительное, однако, больше, чем у хорошего призматического бинокля.

Труба с объективом в **31** мм и фокусным расстоянием в 45 см дает 15-кратное линейное увеличение; труба с 36 мм объективом допускает увеличение в 20 раз, а с 50 мм объективом можно получить 40 — 50 кратное увеличение. Если сделать оценку указанным линейным увеличениям, то для наблюдений неба они окажутся недостаточными, но приведенные увеличения определены лишь теоретически и не представляют вовсе, как это будет видно ниже, предельного увеличения, которое может дать инструмент.

Не вдаваясь в теорию оптики, которую читатель найдет в любом курсе физики, напомним лишь в общих чертах основной принцип устройства астрономической трубы.

Чечевица, выполняющая роль объектива и помещенная на переднем конце трубы, дает в фокусе изображение рассматриваемого предмета, и, как всякое проектированное изображение, оно получается перевернутым. Это изображение сравнительно небольших размеров и, чтобы его увеличить, рассматривают его через другую маленькую чечевицу — окуляр, которая в данном случае играет роль лупы. На практике вместо простой чечевицы, дающей несовершенные изображения, окруженные цветами спектра, объектив составляют из двух или трех линз различной кривизны и состава (вогнуто-выпуклой из флинтгласа и двояко-выпуклой из кронгласа); такая комбинация исправляет так называемую хроматическую аберрацию. Что касается увеличения [1]), то таковое, приблизительно,

[1]) Выражение — труба или окуляр «увеличивает» — не совсем правильное, действительные размеры наблюдаемого предмета остаются те же самые, но сам он как бы приближается к нам, т.-е. наблюдается под большим углом.

равно частному от деления фокусного расстояния объектива на фокусное расстояние окуляра $g = \frac{F}{f}$. Если, например, мы имеем объектив с фокусным расстоянием в 1 метр, а фокусное расстояние окуляра равно 1 см, то увеличение при данном окуляре будет 100.

Вот в общих чертах тот принцип, на котором построена астрономическая труба. Он может показаться недостаточно точным и полным с теоретической точки зрения, но наша задача не писать курс физики; нами изложен, повторяем, лишь принцип.

Выше было сказано, что астрономическая труба перевертывает изображение. Для астрономических наблюдений это не представляет затруднений, так как планетные диски и звезды не имеют ни верха ни низа. Другое дело рассматривать земной пейзаж, — здесь перевертывание изображения крайне затрудняло бы процесс наблюдения, а потому в земной зрительной трубе окуляр снабжен дополнительной системой стекол, перевертывающих изображение, вследствие чего предмет наблюдается в его действительном положении. Но эта дополнительная система влечет за собой значительную потерю света, а следовательно, при равных увеличениях изображение предмета, наблюдаемое через земной окуляр, будет казаться менее светлым, чем таковое же через один только астрономический.

Нельзя переходить границ увеличения для данного объектива, так как, чем больше увеличение, тем меньше яркость и тем ограниченнее поле зрения трубы[1]), а потому в зрительных трубах земные окуляры строятся с таким расчетом, чтобы при сравнительно небольшом увеличении можно было получить яркое изображение в достаточно большом поле.

Таким образом, цифры, указывающие увеличение земной зрительной трубы, относятся обыкновенно к земному окуляру и вовсе не служат показателем максимальной силы инструмента.

Итак, в нашем распоряжении имеются два способа: или оставить земную зрительную трубу такою, какая она есть, с ее скромным увеличением, или, согласно изложенной теории, переделать ее, превратив в настоящую астрономическую трубу, которая дала бы возможность получить чуть не вдвое большее увеличение, и, при равной силе, даст более яркое изображение — условие весьма важное в астрономии.

Вполне естественно, что лучше избрать 2-й способ. Для этого, прежде всего, надо удалить из трубы чечевицы дополнительной (земной) системы окуляра, расположенной ближе к объективу, отметив их относительное расположение на случай водворения их

---

[1]) Полем зрения трубы называется ограниченное кругом пространство, усматриваемое в трубу при данном окуляре.

на прежнее место. Остается теперь приготовить небесный окуляр Для начала можно ограничиться оставшейся в трубе системой окуляра, к которой непосредственно прикладывают глаз при наблюдении [1]). Эта система состоит из небесного окуляра посредственной силы, но с большим полем и дает яркое изображение.

Теперь перейдем к вопросу, как получить увеличения, необходимые для элементарных практических работ по астрономии (космографии).

Чтобы получить достаточное увеличение для окуляра, надо взять маленькие чечевицы с очень коротким фокусом. Такие стекла не трудно достать у оптиков. Чем короче фокус, тем большего можно достигнуть увеличения, однако, до известных границ; обыкновенно довольствуются числом, равным удвоенному диаметру объектива, выраженному в миллиметрах; если, например, объектив имеет 30 мм, то он легко выдержит полезное увеличение $30 \times 2 = 60$ и т. д. Я сказал «полезное», так как при дальнейшем увеличении, хотя изображение и будет увеличиваться, но оно будет недостаточно отчетливо, и нельзя рассчитывать увидеть новые подробности.

Не трудно вычислить оптические элементы, переделывая зрительную трубу на астрономическую. Измерив диаметр объектива, узнаем, какой силы будет наш будущий инструмент, а его фокусное расстояние укажет, какая чечевица должна быть выбрана, чтобы получить соответствующее увеличение, а также даст возможность определить размеры и других дополнительных окуляров. Чтобы определить фокусное расстояние объектива, измеряют расстояние от объектива до бумажного экрана, на котором объектив дал резкое изображение солнца или луны. Это изображение получается на расстоянии очень близком от действительного, и полученные данные вполне пригодны для наших расчетов. Сделав это, составляют систему окуляра для заранее вычисленного увеличения. Для этого особенно хороши стекла от простого микроскопа, имеющие фокусное расстояние около 2 см. Прекрасные результаты получаются с линзами от ахроматической лупы Цейса. Если их применить к трубе с объективом, имеющим, например, 35 см фокусного расстояния, увеличение будет 17 или 18-кратное; чечевица с фокусным расстоянием в 1 см даст увеличение 35, а совсем маленькая с фокусным расстоянием в $^1/_2$ см даст 70-кратное увеличение. Последний размер сравнительно редко встречается в простых лупах, и такую чечевицу придется приобрести у оптика.

Прекрасными окулярами служат окуляры от сложных микроскопов, особенно окуляры с большим увеличением, но их нелегко достать. Устраивая трубу, необходимо приготовить несколько, не менее 3-х, окуляров с различными увеличениями, так как различ-

---

[1]) Если корпус трубы не раздвижной, то о придется укоротить.

ные небесные объекты для их наблюдения требуют и различных увеличений.

Теперь остается лишь собрать все части. Способ сборки зависит от того, какой системы была зрительная труба. Если корпус последней — морского типа, т.-е. состоит из одного колена, то работа упрощается в значительной степени: в свободный конец трубы, где раньше помещалась система окуляров, вставляется тщательно склеенная из плотной бумаги трубка *a* (рис. 84 *A* и *B*); еще лучше такую трубку выточить из дерева и хорошо промаслить; отверстие втулки должно быть строго цилиндрическим и такого диаметра, чтобы в него можно было вставить латунную трубку *b*; в последнюю свободно, но без шатания, вдвигается окуляр *c*.

Трубка окуляра может быть склеена и из бумаги, чечевица удерживается с одной стороны бумажным цилиндром, прикрепленным внутри окулярной трубки, а с другой стороны глазком, т.-е. кружком с отверстием для глаза, прикрепленным к наружному обрезу окулярной трубки.

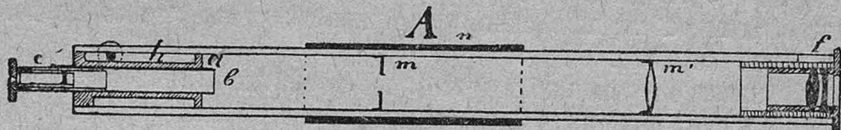


Рис. 84 А.

Необходимо, чтобы окуляр не имел бокового шатания, но и не входил бы очень туго, так как в первом случае он легко может выпасть при наклоненной трубе, и, что самое важное, легко нарушается совпадение оптических осей объектива и окуляра; при туго двигающемся окуляре, устанавливая последний на фокус, легко изменить наклон трубы, уже установленной для наблюдения.

На внутренней поверхности трубы следует возобновить черную матовую окраску; для этой цели пригодна обыкновенная клеевая краска [1]); этой же краской следует покрыть внутренний обрез втулки *a* и все внутренние части окуляра и цилиндра *b*.

До сих пор мы рассматривали, как переделать морскую зрительную трубу; что же касается земной зрительной трубы, то здесь работа усложняется обыкновенно тем, что составные части корпуса даже новой трубы имеют боковое шатание, безусловно недопустимое в астрономической трубе, и, чтобы устранить этот недостаток, придется отдельные части трубы в раздвинутом состоянии закрепить неподвижно или совершенно отказаться от ее корпуса.

---

[1]) Еще проще оклеить внутреннюю поверхность трубы черной матовой бумагой.

Корпус трубы может быть приготовлен из бумаги или, что еще лучше, из цельно-тянутой тонкостенной латунной или алюминиевой трубы.

В первом случае из дерева приготовляют длинную цилиндрическую скалку с диаметром, равным диаметру (внутреннему) будущей трубы. На скалку постепенно туго навертывается в несколько слоев покрытая жидким клеем плотная, оберточная (желтая) бумага, после чего трубе дают тщательно просохнуть, и, сняв со скалки, покрывают внутри 1 раз асфальтовым лаком; последний, частью впитавшись в бумагу, даст черно-матовую окраску; снаружи трубу покрывают раза два эмалевой краской или жидким фарфором, что уничтожает гигроскопичность бумаги, придает трубе нарядный вид и до некоторой степени уменьшает нагревание воздуха внутри трубы при наблюдениях солнца. Концы трубы обрезаются плоскостями, строго перпендикулярными к ее оси. Окулярная часть прикрепляется способом, изложенным выше (рис. 84 — *A* и *B*), а для оправы объектива (рис. 84 — *C*) склеивается из плотной бумаги коленчатый цилиндр, туго входящий в трубу. В цилиндр плотно вставляется оправа объектива *m*; последняя удерживается диафрагмою из тонкой фанеры или картона.

Убедившись путем наблюдений, что объектив вставлен правильно, цилиндр следует укрепить 3-мя винтами, а при некоторой предосторожности (делая предварительно отметки на трубе и цилиндре) можно и приклеить.

Чтобы устранить прогибы трубы при ее закреплении в монтировке, полезно поверх ее надеть спаянный из толстой жести или латуни цилиндр *n* (рис. 84 — *A*), окрашенный снаружи эмалевой краской. Если корпус трубы приготовляется из латунной или алюминиевой трубы, то, отрезав от последней часть требуемой длины, в дальнейшем поступают, как было сказано относительно бумажной, при чем объективная часть прикрепляется 3-мя стяжными винтиками, допускающими возможность точного совпадения оптических осей объектива и окуляра. Внутри труба покрывается черной клеевой краской [1]). Снаружи и металлическую трубу выгоднее окрасить белой эмалевой краской, а еще лучше — жидким фарфором.

Считаем нелишним дать добрый совет: приобретя металлическую трубу, для дальнейшей сборки лучше обратиться к хорошему мастеру, попросив его припаять к объективному ее концу кольцо для соединения 3-мя стяжными винтами с кольцом для оправы объектива.

---

[1]) Для устранения отражения внутренними стенками трубы постороннего света, что сильно вредит при фотографировании и наблюдениях, внутри трубы вставляются 2 диафрагмы m, диаметр их отверстий должен точно соответствовать диаметру конуса лучей, сходящихся от объектива к фокусу. Величину этих отверстий легко определить из графических построений.

Отдавая мастеру оправу, необходимо линзы осторожно вынуть, отметив предварительно карандашом на ребрах относительное их расположение и положение в оправе [1]).

Тот же мастер мог бы придать более совершенный вид и окулярной части, заменив деревянную втулку металлическим цилиндром (рис. 84 — *A*) с двумя припаянными к нему кольцами *a*, а трубку *b* мог бы снабдить кремальерой для плавного перемещения окуляра. На окулярной трубке полезно нанести миллиметровые деления. Затраты на эти усовершенствования окупятся массой удобств при наблюдениях.

Теперь остается сказать несколько слов относительно приобретения оптических частей или целой собранной трубы более солидных размеров, считая, что для школы вполне пригодны трубы с объективами *от 70 до 110 мм* в диаметре.

Выписывая одни лишь оптические части, т.-е. объектив и окуляр, необходимо просить фирму выслать, помимо оправы объектива,

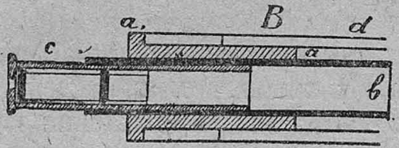


Рис. 84 B.

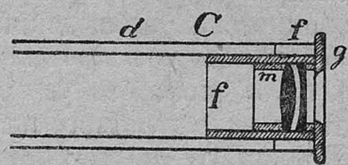


Рис. 84 C.

и кольцо для ввинчивания оправы; благодаря этому, устраняется необходимость вынимать линзы из оправы (что в дорогих объективах крайне рискованно) для передачи последней механику при сборке трубы. Вместе с окуляром должна быть прислана и окулярная трубка. Окуляры лучше выписывать не ввинчивающиеся, а вдвигающиеся в трубку. Подобная конструкция допускает быструю их перемену. Очень удобны [2]) окуляры Цейса *револьверной системы* для 3-х окуляров.

Соединение выписанных частей следует поручить хорошему оптику-механику. Корпус для трубы должен быть металлический или деревянный (из фанеры). К сожалению, хорошую деревянную трубу у нас сделает лишь редкий мастер. Выписывая вполне собранную трубу, необходимо указать, помимо диаметра объектива, число и № (по каталогу) дополнительных окуляров и перечислить дополнительные части, о которых будет сказано ниже.

Не будем останавливаться на способах оценки качеств построенной или приобретенной трубы; это отвлекло бы нас от прямой

---

[1]) Однако, эта операция все же сопряжена с некоторым риском и допустима лишь для дешевых объективов.

[2]) Для школьных наблюдений — *незаменимы*.

нашей задачи. Необходимые указания по этому вопросу читатель найдет в книге Н. П. Двигубского «Что и как наблюдать на небе», Покровского «Путеводитель по небу» и в целом ряде статей в журнале «Мироведение» («Известия Русского Общества Любителей Мироведения»).

ГЛАВА XII.

Дополнительные части к астрономической трубе.

Имея астрономическую трубу, необходимо обзавестись и некоторыми дополнительными частями, приборами и пособиями; назначение их двоякое: одни из них служат для предохранения трубы и монтировки от сырости, пыли; другие — для разносторонних астрономических наблюдений.

Объективная покрышка служит для предохранения объектива, когда труба стоит без употребления. Покрышку можно сделать из бумаги, в виде короткого цилиндра с дном; для уничтожения гигроскопичности ее следует покрыть снаружи и внутри масляным или асфальтовым лаком. Покрышка должна надеваться на объективную часть трубы с некоторым усилием. Полезно иметь еще и другую покрышку с круглым отверстием около $^1/_2$ ее диаметра. Эта последняя пригодится при тех наблюдениях, где является надобность в диафрагмировании объектива.

Диафрагмы вырезаются из бристольского картона и окрашиваются черной матовой краской. Необходимо приготовить несколько диафрагм с разными отверстиями (например, в 0,8; 0,5; 0,3; 0,2 и 0,1 диаметра объектива). Отверстия в диафрагмах удобно просекать пробочными сверлами.

Чехлы на трубу и монтировку сшиваются из брезента, парусины или виксатина.

Выгодно приобретать брезент или парусину, пропитанную химическим составом.

Предохранитель от росы, лунного и солнечного света.

При вечерних и ночных наблюдениях объектив часто покрывается росой, что сильно затрудняет наблюдения, тем более, что удалять ее, во-первых,—лишний труд, так как она появится вновь, и, во-вторых, этот прием отнюдь не рекомендуется во избежание порчи объектива, самой ценной части трубы. Для устранения этого

неудобства служит предохранитель от росы, состоящий из бумажного цилиндра, надеваемого на объективную часть трубы. Чем цилиндр длиннее, тем лучше; во всяком случае, его выдающаяся за объектив часть должна иметь длину не менее 3-х диаметров трубы.

Предохранитель снаружи покрывается масляной краской, а внутри черной матовой краской. Тот же предохранитель может оказать большую услугу при наблюдении солнца и луны, устраняя их косые лучи, искажающие изображения. Предохранитель от солнечного света должен быть окрашен снаружи белой краской и иметь боковые отверстия для вентиляции, так как в противном случае теплый воздух концентрировался бы в трубе предохранителя.

Солнечная ширма (рис. 85) служит для предохранения наблюдателя во время наблюдений солнца от жары и сильного солнечного света. Ширма состоит из куска толстого картона с круглым отверстием, к которому приклепляется картонное кольцо. Сбоку ширма имеет вырез для наблюдения в искатель. Ширма надевается на окулярную или объективную часть трубы.



Рис. 85.

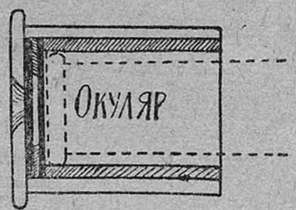


Рис. 86.

Солнечная бленда (гелиоскоп) является необходимою принадлежностью астрономической трубы, так как без нее *абсолютно нельзя* производить наблюдение солнца. Без предохранительной бленды наблюдатель рискует безвозвратно потерять зрение. Солнечная бленда (рис. 86) состоит из темно-дымчатого стекла, вставленного в оправу; последняя надевается перед наблюдением на окуляр. Для приготовления бленды склеивается бумажный колпачок с отверстием в дне; колпачку придают такой размер, чтобы он с легким трением надевался на окуляр. Вырезают 2 одинаковых круглых стекла с диаметром, равным внутреннему поперечнику колпачка; одно из стекол покрывают копотью; на закопченную его сторону кладут бумажное колечко и покрывают вторым стеклом. Края стекол оклеивают узкой полоской гуммированной бумаги.

Стекла вставляются в колпачок и удерживаются бумажным цилиндриком. Хорошо приготовить несколько бленд, по крайней мере, 3: одну—для солнца, а две, с слабо-дымчатыми стеклами,—для наблюдения луны и ярких планет (Венеры и Юпитера).

Специально для наблюдения Марса полезно приготовить *светофильтр*, т.-е. стекло, окрашенное в светло-оранжевый цвет. Такое стекло помещается в описанном выше бумажном колпачке вместо дымчатого. Светофильтр не трудно приготовить и самому: не экспо-

нированную фотографическую пластинку фиксируют при красном фонаре, тщательно промывают и еще влажной опускают на 1—2 минуты в водный раствор анилиновой краски. Дав пластинке хорошо просохнуть, из нее вырезают соответствующей величины кружок, который для предосторожности покрывают кружком из тонкого (покровного) стекла, после чего края оклеиваются тонкой гуммированной бумажкой. Полезно иметь светофильтры различных степеней окраски. Обрезки светофильтров следует сохранить, так как они могут пригодиться при фотографировании солнца [1]).

Окуляр с боковым отражением допускает наблюдать зенитальную область неба без неприятного закидывания головы назад. Его приготовляют (рис. 87) из жести и латунных трубок (можно приготовить и из бумаги). Выбирают две латунные трубки такого размера, чтобы одна с легким трением входила в окулярную трубку (рис. 84), а в другую таким же образом входил окуляр; затем из жести приготовляют маленький кубик (одна из боковых сторон временно отгибается) с двумя отверстиями *r* и *S*, к отверстию *r* припаивается более длинная и большего диаметра трубка *b*, а к другому—короткая *c*.

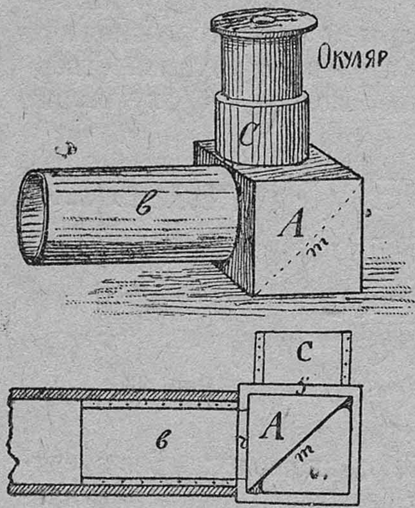


Рис. 87.

Необходимо, чтобы оси трубок были взаимно перпендикулярны. По диагонали кубика помещается тонкое зеркальце (прекрасным зеркальцем для этой цели служит посеребренное покровное стеклышко). Зеркальце должно быть наклонено к осям трубок точно под углом в 45°; прикрепляется оно к ребрам кубика гипсом или замазкой, после чего боковая сторона кубика пригибается и удерживается зубчиками. Длинною трубкою *b* прибор вставляется в окулярную трубу, а в короткую вставляется окуляр; зеркало удобнее заменить трехгранной призмой.

Искатель. Выше уже было сказано, что чем больше увеличение, тем меньше поле зрения трубы, а, следовательно, одновременно с этим затрудняется и наводка трубы на светило.

Чтобы устранить это неудобство, к трубам с объективом более 70 мм обыкновенно приделывается сбоку у окулярной части и параллельно трубе небольшая астрономическая труба с слабым увеличением (8—12 раз), но зато с большим полем. Такая вспомогатель-

---

[1]) В некоторых случаях светофильтром может служить тонкий цветной желатин.

ная труба называется искателем. В фокусе его окуляра помещаются 2 пересекающихся под прямым углом волоска или паутинки. Таким образом, если оптические оси главной трубы и искателя параллельны, то достаточно привести предмет на пересечение нитей искателя — он в то же время будет виден в центре поля главной трубы.

Искатель является очень важным и подчас и необходимым подспорьем при наблюдениях. Приготовить его не трудно и своими средствами, при чем нет надобности для этого приобретать специальный объектив, простая длинно-фокусная чечевица, 2 или $2^1/_2$ см в диаметре, и окуляр простого микроскопа вполне пригодны для этой цели. Сборка частей в общем та же, как и главной трубы, разница лишь в том, что в фокусе окуляра натягиваются две тонкие черные шелковинки [1]); для этого от черной шелковой нитки отделяют две шелковинки, которые и прикрепляют к обрезу короткого бумажного цилиндрика, вдвигаемого затем в трубку окуляра до тех пор, пока в поле зрения окуляра получится резкое изображение нитей. *Для наблюдения солнца окуляр искателя снабжается солнечной блендой.* Искатель к главной трубе прикрепляется или при помощи особых ножек, или, что еще проще, посредством деревянной колодки (рис. 88—I). Колодка вырезается из легкого сухого дерева, она имеет продольный жолоб, которым прилегает к главной трубе, и выступ с желобком для искателя, к которому последний притягивается узкой металлической полоской. Колодка к главной трубе прикрепляется металлическими дугами с ушками для стяжных винтов. Чтобы иметь возможность установить оптическую ось искателя параллельно таковой же главной трубы, делается следующее простое приспособление: из латуни или толстой жести вырезается пластинка (рис. 88—II) с двумя круглыми отверстиями и в задний обрез колодки прочно заделывается головка винта с гайкой. Пластинка одним своим отверстием надевается на окулярную часть искателя, а другим отверстием на винт (отверстие должно быть раза в три больше диаметра винта), затем на винт надевается шайба значительно большего диаметра, чем отверстие, после чего завинчивается гайка.

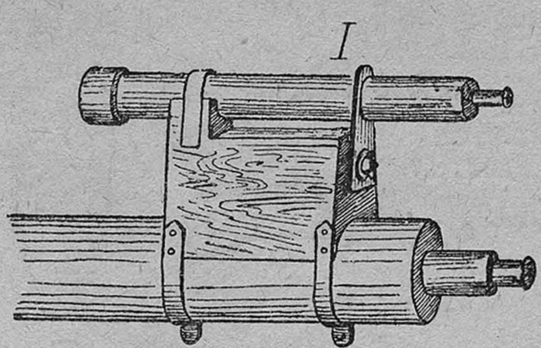


Рис. 88.

---

[1]) Вместо шелковинок можно прикрепить нити от Осрамовских электрических лампочек.

Для установки искателя главную трубу, снабженную окуляром средней силы с пересекающимися в его фокусе нитями и с прикрепленным к ней искателем, направляют на яркую звезду с большим склонением (например, на Полярную), освобождают гайку искателя, после чего, установив звезду на пересечении нитей трубы, перемещают окулярную часть искателя вместе с пластинками до тех пор, пока звезда не совпадет с пересечением нитей искателя, исправляя временами положение звезды в главной трубе; убедившись в полном совпадении, завинчивают гайку.

Солнечный экран (рис. 89) служит для проектирования изображения солнца. Устройство его может быть различное, но простейшее заключается в следующем: из легкого дерева вырезаются 2 бруска *a* и *b*, охватывающие окулярную часть трубы и зажимаемые двумя винтами. В бруски неподвижно закрепляются 2 коротких винта с гайками; к медному кольцу *d* (кольцо можно взять от лампового абажура) припаиваются диаметрально - противоположно 2 слегка изогнутые латунные пластинки *c* с продольными сквозными прорезами на концах (при постоянной величине проектируемого изображения вместо продольных разрезов делаются круглые отверстия). Прорезами пластинки надеваются на винты и, придав кольцу перпендикулярное положение к оптической оси трубы, гайки завинчивают. Экраном может служить кружок из бристольского картона, вложенный в кольцо *d* и зажатый ушками *m*; но лучшим экраном, допускающим измерение величины пятен и определение их гелиографического положения, нужно считать прозрачный экран из слюды или целлулоида, на который накладывается разграфленная на миллиметры прозрачная калька или бумага; на таком экране наносится тушью окружность произвольного диаметра [1]). Устанавливая экран, необходимо добиться точного совмещения изображения солнца с окружностью экрана. Зная угловую величину диаметра солнца, не трудно определить величину стороны квадратика на экране, а, следовательно, и приблизительную величину и положение пятна (приняв во внимание сферичность солнца). Экран описан-

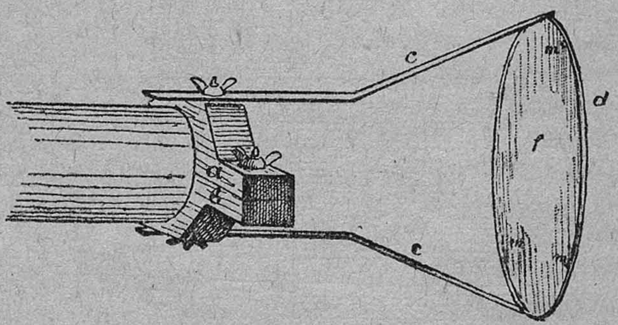


Рис. 89.

[1]) Для ориентировки изображения солнца на сетке проводится диаметр; экран устанавливается так, чтобы солнечные пятна перемещались по направлению нанесенного диаметра.

ного устройства удобен еще и тем, что, по миновании в нем надобности или при необходимости наблюдать солнце непосредственно в трубу, он, отведенный в сторону, может быть оставлен на трубе.

Чтобы изображение отличалось резкостью, необходимо на трубу надевать солнечную ширму или сшить из темной материи чехол, который защищал бы от постороннего света всю систему экрана, оставив для наблюдения небольшое отверстие. Если обсерватория имеет люк с 3-мя дверками, то такое ее устройство допускает возможность получить темное помещение, в котором получаются поразительные эффекты, и отбрасываемое изображение солнца может быть значительно увеличено.

При этом способе, помимо пятен, может быть отчетливо наблюдаема грануляция и факелы почти до самого центра диска.

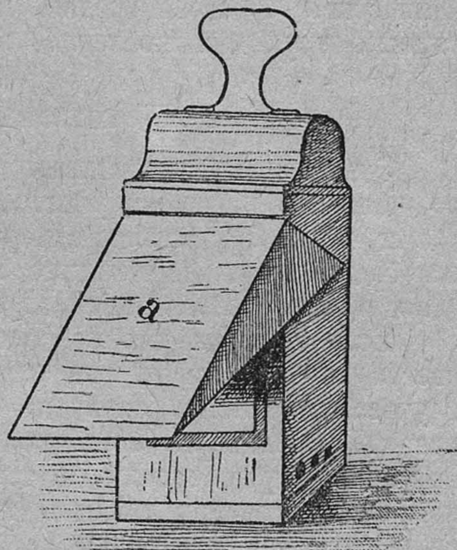


Рис. 90.

Фонарь (рис. 90) при астрономических наблюдениях служит для отсчетов на кругах, для производства несложных вычислений у трубы, для чтения звездных карт и т. д. Приспособление его для астрономических целей заключается в том, что боковые его стенки, если они стеклянные, закрываются черной бумагой, а к переднему стеклу приделывается опускающийся металлический зачерненный козырек *a*. Очень удобны карманные электрические фонари, но, к сожалению, работа их очень непродолжительна.

ГЛАВА XIII.

Установка экваториала.

Для устройства астрономических наблюдений необходимо иметь возможность: 1) быстро и легко находить желаемое светило и 2) если оно найдено, легко следить за ним. Перечисленным условиям вполне удовлетворяют описанные выше параллактические монтировки. Весь же прибор в совокупности, т.-е. труба и ее параллактическая монтировка, называется экваториалом.

Но для того, чтобы экваториал удовлетворял вполне перечисленным выше условиям, он должен быть возможно тщательнее

установлен параллельно оси мира, что обыкновенно производится в два приема: 1) устанавливают его по азимуту, т.-е. часовую ось вводят в плоскость меридиана, и 2) прибор устанавливают по широте, т.-е. часовой оси дают наклон, соответствующий широте места. Приступая к установке экваториала, необходимо убедиться, что клин (рис. 74) своей средней плоскостью перпендикулярен к деревянным кругам, а последние занимают горизонтальное положение.

a) Установка в меридиане.

Экваториал устанавливают предварительно по компасу (приняв во внимание магнитное склонение для данного места), затем вставляют в трубу окуляр с перессекающимися нитями, после чего, освободив гайки деревянных горизонтальных кругов на штативе, наводят пересечение нитей на одну из звезд *около зенита*.

Если часовая ось не совпадает с плоскостью меридиана, то звезда отойдет вверх или вниз от пересечения нитей; в первом случае надо слегка сместить северный конец часовой оси против часовой стрелки, а во втором случае — в обратном направлении, повторяя эту операцию до тех пор, пока звезда при наблюдении в течение нескольких минут (труба ведется за звездой, не изменяя ее наклона по склонению) не будет отходить от пересечения нитей, после чего гайки завинчиваются, а на ребрах деревянных кругов делается контрольная отметка.

b) Установка по широте.

Чтобы придать часовой оси наклон, соответствующий широте места, выбирают звезду *вблизи полюса с часовым углом около 6 часов* и наводят на нее трубу.

Если, ведя трубу за звездой, окажется, что последняя отошла от пересечения нитей к западу, необходимо слегка увеличить наклон часовой оси; если же, наоборот, звезда отошла к востоку, то наклон оси уменьшают, повторяя наблюдения до тех пор, пока звезда в течение нескольких минут не будет оставлять пересечения нитей окуляра.

Не всегда удается окончательно установить трубу в один вечер и лучше, не спеша, в несколько приемов, но возможно точнее установить экваториал.

Время от времени следует проверять описанным выше способом правильность установки, особенно это необходимо проделывать перед каждой фотографической или измерительной работой на экваториале.

Установка кругов с делениями.

Для приближенной установки кругов необходимо иметь верно идущие часы по среднему времени и какой-нибудь астрономиче-

ский календарь (см. библиографический указатель в конце книги— приложение IV).

Чтобы установить *часовой круг* приблизительно верно, т.-е. так, чтобы он показывал часовые углы светил, надо трубу навести на солнце (чтобы пересечение нитей совпадало или с его центром, или с одним из краев) в момент истинного полдня (из графы календаря—«среднее время в истинный полдень»), не меняя положения часовой оси, повернуть круг настолько, чтобы указатель стал против цифры 24, после чего в том же календаре надо найти величину склонения солнца для данного дня и, не меняя положения трубы, повернуть круг склонений настолько, чтобы указатель стал против цифры на круге, соответствующей найденному склонению. Если это наблюдение производилось при положении трубы к западу от столба, переводят затем трубу на восток от него, вновь наводят ее на солнце; если и при этом положении указатель покажет ту же величину склонения, значит, деления на круге нанесены верно, и сам круг верно поставлен, в противном случае, или деления нанесены неверно, или неверно поставлен круг, но при самодельном изготовлении кругов — «искателей» причину ошибки найти трудно; придется довольствоваться приблизительными данными.

Для точной установки приобретенного экваториала с точными кругами прекрасным руководством может служить статья проф. С. П. Глазенапа, помещенная в IV вып. «Изв. Р. Астрономич. Общ.» и Рюдо «Как изучать небесные тела».

Рефлекторы.

Заканчивая главу об астрономических трубах, необходимо упомянуть о телескопах (рефлекторах). Из рефлекторов чаще других систем встречается система Ньютона, как наиболее простая.

Из сравнения рефлекторов и рефракторов не трудно видеть, что тем, и другим присущи некоторые преимущества и недостатки.

При равных диаметрах отверстия рефлектор—менее громоздкий прибор чем рефрактор. Очень важным преимуществом рефлектора является отсутствие хроматической аберрации, устранить которую не могут даже апохроматы и 3-линзовые объективы. Расположение окуляра у рефлекторов Ньютона гораздо удобнее для наблюдений, чем у рефракторов, наконец, рефлекторы значительно дешевле рефракторов.

Но и рефлекторы имеют свои отрицательные стороны. При отражении потеря света больше, чем при преломлении, следовательно, при одинаковых отверстиях труб рефрактор даст более яркое изображение, чем рефлектор; кроме того, яркость изображения у рефлектора в значительной степени зависит от исправности самого зеркала (его посеребрения). Зеркало подвержено порче, особенно

в сыром климате, что влечет за собой частое его серебрение, и хотя эта операция не из сложных, все же она требует некоторого навыка и, во всяком случае, временно прекращает наблюдения.

За последнее время в защиту рефлекторов много сделал ныне умерший член Русского Общества Любителей Мироведения А. А. Чикин.

В превосходно написанном им руководстве («Отражательные телескопы». Изд. Русск. Общ. Любит. Мироведения. Петроград. 1915 г. Та же работа сокращенно была напечатана в «Изв. Русск. Астрономич. Общ.», в XVII вып., № 8—9), где он дал ряд ценных технических указаний, как приготовить доступными для любителей средствами зеркало для рефлектора и всю его монтировку. По этому же вопросу много полезных указаний помещено на страницах журнала «Мироведение».

Но не все приборы, пригодные для астронома-любителя, хороши для школы, и нам кажется, что слова А. А. Чикина, что «рефлектор, как скрипку перед игрой, приходится настраивать», до известной степени, в применении к школе, говорят больше в пользу рефрактора, так как большинство преподавателей космографии— плохие настройщики, и школа, остановившая свой выбор на рефлекторе, рискует часто на продолжительное время оставаться без прибора.

Во всяком случае, отсутствие продолжительного опыта с рефлектором в школе, с учебным прибором, не дает пока возможности высказать окончательное решение за или против его введения в школе, как самостоятельного пособия для практических работ по космографии. Приобретение же рефлектора как дополнительного прибора можно лишь приветствовать, как нельзя не приветствовать и попытку учеников самим шлифовать зеркала.

ГЛАВА XIV.

Приборы для фотографирования неба.

Фотография, этот могучий сотрудник астрономии, в настоящее время стала оказывать неоцененные услуги и простым ее любителям.

И было бы странным школе не воспользоваться ее содействием при прохождении курса космографии; в самом деле что может дать больше наглядности, как не конкретная передача фотографической пластинкой таких явлений, наблюдение которых требует непрерывного и подчас довольно продолжительного промежутка времени; для астронома и любителя это не представляет особых затруднений, чего, однако, нельзя сказать про учеников школы; подобного рода наблюдения им покажутся утомительными и мало интересными; ска-

занное относится, например, к наблюдениям суточного вращения небесного свода; но тут руководителя всегда выручит фотографическая камера с простым объективом, направленная на Полярную звезду, после часовой уже экспозиции она даст наглядный документ явления; та же камера, направленная на звезды с различными склонениями, при равных каждый раз экспозициях, дополнит общую картину суточного вращения небесного свода. Она же наглядно покажет перемещение планет относительно звезд и много других явлений, которые ученик обыкновенно принимает на веру со слов и чертежа преподавателя или учебника.

Самостоятельное же фотографирование неба учениками даст последним возможность сознательно относиться к изучаемому явлению, а накопленный ими материал, подчас имеющий и серьезное научное значение, естественно будет воодушевлять их в дальнейшей работе. Однако, преподаватель при этих работах должен соблюдать известную педагогическую осмотрительность, ведя их в строгой последовательности и прибегая к помощи фотографирования неба исключительно как к наглядной иллюстрации проходимого, так как в противном случае эта безусловно полезная работа может свестись к любительскому, чаще всего бессистемному фотографированию неба; подобной работы преподаватель безусловно должен избегать.

Фотографические работы должны сопровождаться обязательным ведением дневника работ с подробным изложением всех условий съемки.

Фотографирование неба может производиться двумя способами: посредством обыкновенной фотографической камеры с ее объективом или посредством астрономической трубы.

Обыкновенный фотографический аппарат.

При фотографировании обыкновенной камерой изображения светил будут очень малы, но зато, благодаря большому полю имеется возможность запечатлеть на одной пластинке значительный участок неба, иногда целое созвездие. Камера остается или неподвижной или прикрепляется к трубе экваториала. В первом случае камера помещается на особой подставке (рис. 91 и 92), допускающей возможность придавать камере любой наклон. Подставка состоит из двух досок, соединенных петлями; к более короткой прикрепляется винтом m камера, к ней же внизу привинчивается на петле упор n. Другая доска имеет ряд отверстий для вкладывания штифтика p, задерживающего упор. Такая подставка помещается или прямо на столе, или привинчивается к фотографическому штативу.

Неподвижная камера при фотографировании неба применяется сравнительно редко, так как вследствие суточного движения небесного свода все светила непрерывно перемещаются, а потому, при

сравнительно продолжительной экспозиции, они выходят на пластинке в виде черточек, следовательно, в тех случаях, когда необходимо получить фотографию определенного участка неба—камеру прикрепляют к трубе экваториала.

Удобнее камера средних размеров, т.-е. для пластинок 13×18; вообще, этот размер можно считать вполне достаточным для школьных целей. Но гораздо удобнее специально построенная камера (рис. 93 и 94). Такую камеру не трудно устроить из тонких фанер. Камера состоит из двух продолговатых ящиков A и B, вхо-

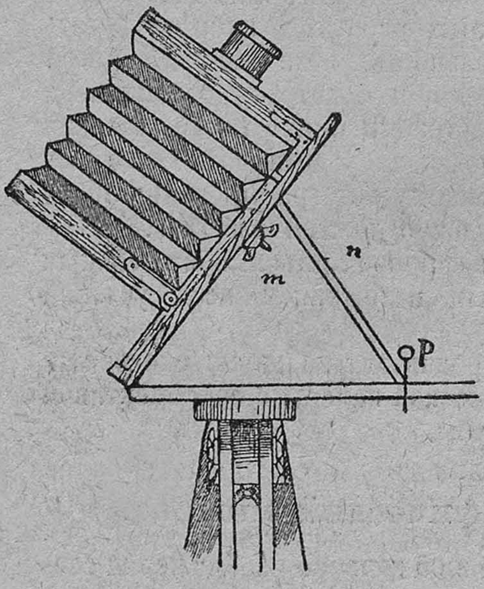


Рис. 91.

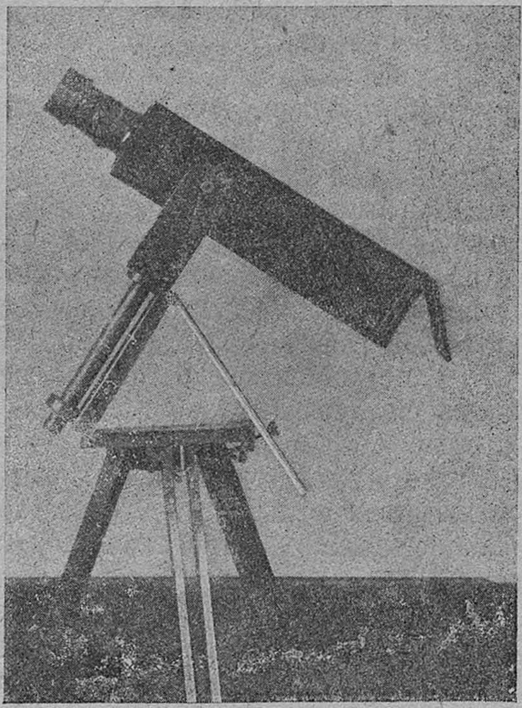


Рис. 92.

дящих один в другой; наружный ящик имеет сбоку продольную щель c, в которую входит винт с гайкой; головка винта закрепляется в стенке внутреннего ящика; описанная конструкция допускает установку задней части камеры на фокус [1]). Впереди наружного ящика помещается объектив, а в дно внутреннего вставляется кассета. На верхней стороне внутреннего ящика необходимо нанести деления,

[1]) Если объектив имеет кремальеру (подобные объективы встречаются у проекционных фонарей), то нет надобности делать ящик камеры двойным, но длина его должна соответствовать фокусному расстоянию объектива с некоторым запасом на ход кремальеры.

хотя бы в миллиметрах; на случай перемены объектива, эти пометки дадут возможность заметить взаимное положение ящиков при различных объективах. Внутри камера окрашивается черноматовой краской или оклеивается черной бумагой.

К наружному ящику прикрепляются 2 деревянных желобчатых стойки d с ремешками, снабженными зажимами, при помощи которых камера пристегивается к трубе.

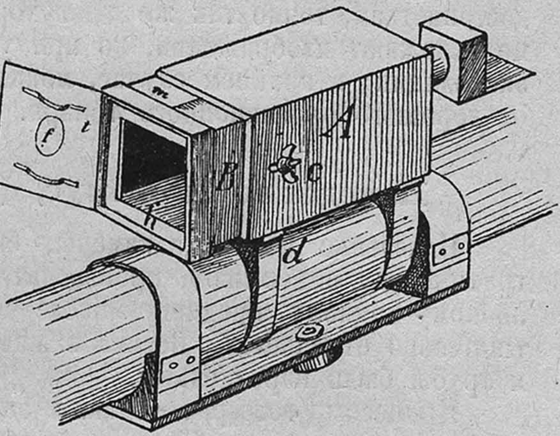


Рис. 93.

Для описанной камеры пригоден затвор любой системы. При фотографировании звезд, туманностей и вообще при очень продолжительных экспозициях вполне применима простая объективная крышка или самодельная бумажная, открываемая ниткой (рис. 93) (видна впереди объектива) и закрывающаяся от натяжения резины по окончании экспозиции.

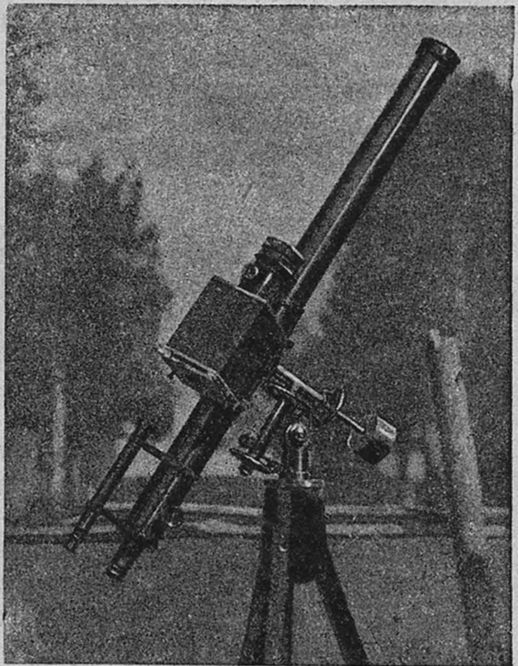


Рис. 94.

Объективы для обыкновенных фотографических камер.

Для фотографирования описанной камерой лучшими объективами надо считать портретные, как наиболее светосильные. К сожалению, эти объективы обладают одним недостатком: отчетливая и верная передача ограничивается лишь центральною частью поля, вследствие чего при фотографировании определенного участка неба выгоднее сделать несколько снимков, воспользовавшись их центральными частями.

Вполне удовлетворительные результаты можно получить прямолинейными или, как их называют, симметричными объективами.

Новейшие анастигматы, превосходные по своим оптическим достоинствам, точно так же дают хорошие результаты; они почти не искажают изображения, но при условии более продолжительной экспозиции; в крайнем случае, может быть использован и объектив от хорошего проекционного фонаря.

Наведение на фокус, фотографирование.

Наведение на фокус камеры, снабженной обыкновенным фотографическим объективом, производится по какому-нибудь очень удаленному земному предмету, после чего положение частей камеры тщательно отмечается. Весьма важно, чтобы оптические оси камеры и трубы были параллельны.

Процессы фотографирования заключаются в том, что наводят трубу с окуляром, снабженным контрольными нитями, на выбранный участок неба, закрывают затвор или надевают объективную крышу, вставляют кассету, соединяют трубу с часовым ходом, открывают кассету и, убедившись, что труба направлена верно, открывают объектив, следя в трубу за равномерностью ее хода в течение всей экспозиции; для этого обыкновенно выбирают в центре снимаемого участка самую яркую звезду, изображение ее несколько смещают с фокуса трубы, т.-е. получают изображение звезды в виде диска и стараются в течение всей экспозиции держать пересечение окулярных нитей в центре этого искусственного диска, т.-е. разрезать его на четыре части. Разумеется, при правильно идущем часовом механизме и хорошо уравновешенных частях системы продолжительная экспозиция не представляет труда; другое дело, если часовой механизм ведет трубу неравномерно, тогда придется временами прерывать экспозицию, регулировать ход, пускать снова механизм, отыскивать ведущую звезду и затем открывать затвор.

Еще больше усложняется работа фотографирования, если совсем нет часового механизма; тогда приходится запастись большим терпением и вести трубу рукою при помощи ключа.

При некотором навыке вполне удовлетворительные результаты можно получить уже после получасовой экспозиции, а нам известны любители, которые получили прекрасные снимки после часовой экспозиции, ведя трубу все время рукой. При этом способе необходимо соблюдать следующие условия: 1) дать рукам устойчивое и неутомительное положение, оперев их на какую-нибудь прочную подставку, и 2) тщательно следить за контрольной звездой, стараясь окулярными нитями все время делить ее на четыре равные части.

Фотографирование астрономической трубой.

Известно, что чем больше диаметр объектива, тем больше он собирает лучей и, следовательно, тем более будет освещено фокальное изображение. Когда хотят сравнить оптические качества двух различных объективов, то предварительно выражают их отверстия в частях фокусного расстояния. Полученное отношение дает возможность определить светосилу объектива; это отношение обыкновенно равняется $^1/_{12}$ для простых объективов; оно выражается также в виде отношения $f/_{12}$.

Раз известно фокусное расстояние данного объектива, не трудно определить и величину фокального изображения снимаемого светила. Зная, что 1° воспроизведенного на пластинке небесного протяжения равен почти $^1/_{57}$ длины фокусного расстояния, легко определить диаметр фокального изображения светила по формуле $D = \frac{fd}{57,3}$, в которой f — фокусное расстояние объектива, d — видимая угловая величина наблюдаемого светила и D — искомый диаметр фокального изображения в сантиметрах. Например, желательно узнать диаметр изображения луны в фокусе 75 мм объектива, фокусное расстояние которого — 114 сант. Как известно, средняя величина видимого диаметра луны 33′30″ (если d выражено в минутах, то знаменатель дроби умножается на 60); таким образом мы имеем:

$$D = \frac{114 \cdot 33,5}{3438} = 1,1 \text{ сант.}$$

Чтобы получить более значительное изображение, прибегают к одному из следующих способов: или получают желаемую величину изображения посредством окулярного увеличения, или же изображение, полученное в фокусе объектива, впоследствии увеличивают.

В последнем случае не следует итти далее 5 — 6-кратного увеличения, так как с увеличением изображения увеличиваются зерна эмульсии и мельчайшие дефекты негатива. Таким образом видим, что фотографирование астрономической трубой может быть произведено двумя способами: 1) непосредственно в фокусе объектива и 2) посредством окулярного увеличения.

Фотографирование в фокусе объектива.

Для фотографирования первым способом приготовляется и фанеры камера в виде ящика с поперечной перегородкой внутри (рис. 95-1). Передняя стенка в перегородке имеет круглые отверстия, которыми камера надевается на окулярную трубку (окуляр вынимается); к задней стенке камеры прикрепляется рама с дверкой

для помещения кассеты, в верхний вырез *A* и в боковые пазы (внутри камеры) вставляется затвор.

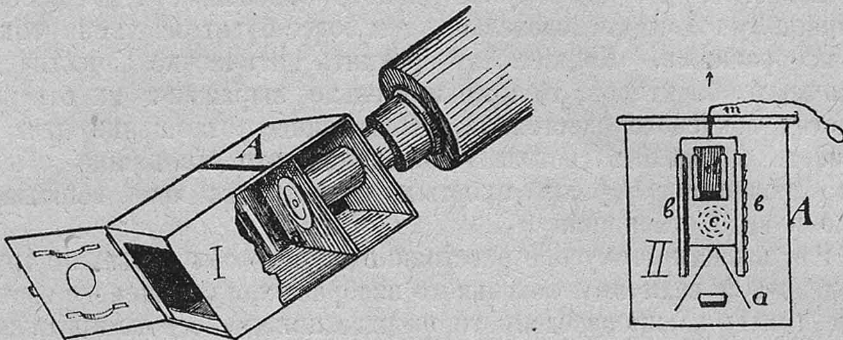


Рис. 95.

Устройство затвора видно из прилагаемого рис. 95-II; он состоит из деревянной дощечки *A* с круглым отверстием (пунктир); штора из жести (штора из другого материала будет прожжена) движется в пазах пластинок *в—в* и оттягивается вниз резиной *a*. Величина отверстия шторы регулируется маленькой задвижкой *d*. Затвор заводится шнуром вверх и, взведенный, удерживается задержкой *m*; при экспонировании шнур слегка оттягивается в сторону. Затвор описанного устройства обыкновенно употребляется для фотографирования солнца и луны, для остальных же фотографических работ могут быть применяемы затворы любой системы, надеваемые на объектив трубы, для чего склеивается особая объективная крышка с выступающим цилиндриком в центре для затвора; такой затвор должен иметь резиновую трубку с грушей или вообще передачу, доходящую до окулярной части трубы.

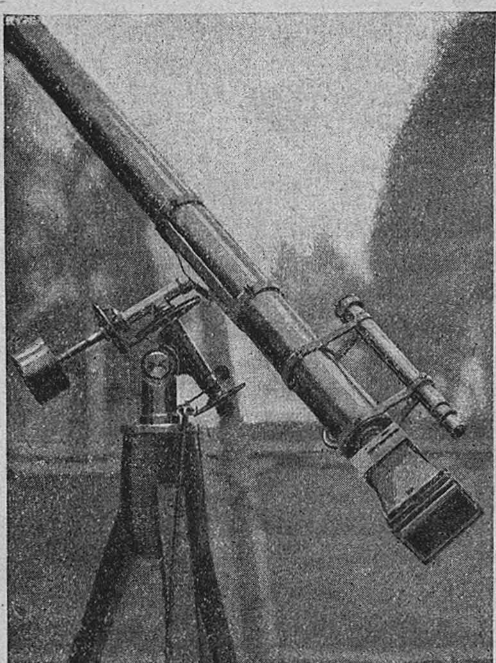


Рис. 96.

Необходимо заметить, что для фотографирования солнца затворы, надеваемые на объектив трубы, редко дают удовлетворительные результаты.

Фотографирование посредством окулярного увеличения.

Для фотографирования этим способом приготовляется особая камера, она отличается от только что описанной большей длиной, так как кассета помещается от окуляра на таком расстоянии, чтобы диаметр изображения, например солнца или луны, был в 4 или 6 раз больше их изображения в фокусе объектива; таким образом, для трубы с объективом в 75 мм изображение солнца не должно быть больше 6 см. Кроме того, чтобы получить на пластинке весь диск (снимать по частям, особенно солнце, не рекомендуем, так как результаты будут далеко неудовлетворительные), необходимо выбрать соответствующий окуляр, обыкновенно самый слабый. Необходимо заметить, что для фотографирования окуляр не должен иметь пузырьков и царапин, а во время фотографирования должен тщательно охраняться от пыли, так как все изъяны или пылинки на окуляре передадутся и на пластинку.

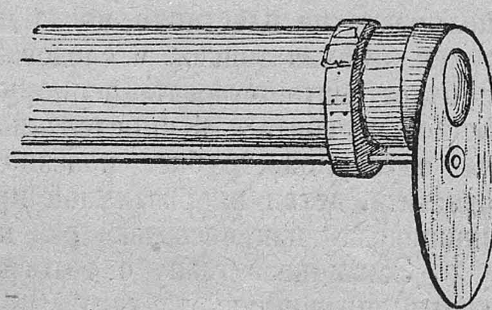


Рис. 97.

В постоянной части «Русского Астрономического Календаря» изд. Нижегородского Кружка любителей физики и астрономии (издан в 1912 г.) на стр. 140 Розановым помещено описание очень практичной камеры для фотографирования посредством окулярного увеличения [1]).

При фотографировании с продолжительной экспозицией тем или другим способом (фотографирование звезд, планет, комет, туманностей, звездных скоплений и т. д.) с удобством может применяться затвор-крышка, изображенный на рис. 97; он состоит из картонного кружка с боковым круглым отверстием. В центре кружка к последнему прикрепляется длинная деревянная ручка, доходящая до окулярной части. Ручка должна свободно вращаться в деревянной колодке, пристегнутой у объективной части. Другой конец ручки подвешивается у окулярной части.

Для точной установки отверстия кружка против объектива на ручке делается соответствующий указатель или упор.

Наведение на фокус.

Как известно, в спектре наиболее чувствительными для глаза являются красные и зеленые лучи, поэтому в астрономической, а отчасти и в хорошей зрительной трубе, построенной специально

[1]) Постоянная часть календаря содержит не мало ценных справок, могущих оказать пользу при практических работах по космографии.

для визуальных наблюдений, ахроматизм объектива приурочен именно к этим цветам, с другой стороны светочувствительный слой фотографической пластинки оказывается наиболее чувствительным к лучам спектра, лежащим у фиолетового края, т.-е. химическим; таким образом, химический и оптический фокусы астрономического объектива не совпадают, при чем первый лежит несколько впереди — ближе к объективу, а потому нельзя получить отчетливое изображение светила в химическом фокусе посредством обычного наведения на матовое стекло. Для этого практикуется следующий способ: труба направляется на какую-нибудь звезду с малым склонением, которая и фотографируется при неподвижной трубе, вследствие чего изображение звезды оставит след в виде короткой черты; после 2 — 3-минутной экспозиции смещают окуляр на одно деление шкалы, заранее сделанной на окулярной трубке, и выдвигают слегка кассету из рамы; повторяя подобную операцию несколько раз, получают на пластинке после проявления ряд параллельных черточек. Самая тонкая, а следовательно и наиболее резкая из них и будет соответствовать верному наведению на химический фокус. Чтобы не сбиться в определении соответствующего деления шкалы на окулярной трубке, полезно каждую экспозицию как-нибудь отметить, делая их различной продолжительности, прерывая экспозицию один или несколько раз и т. д.

Заканчивая главу о фотографировании неба, привожу в конце книги справочную таблицу (прил. II), составленную отчасти на основании личного опыта; в ней читатель найдет некоторые необходимые указания.

Разумеется, графа «продолжительность экспозиции» не дает точных указаний, так как этот элемент вообще трудно уловимый в фотографии и, как известно, зависящий в значительной степени от опытности, в астрономической фотографии особенно подвержен постоянным колебаниям, так как приходится иметь дело с земной атмосферой, обманчивое состояние которой часто совершенно не дает возможности предугадать соответствующую экспозицию. Нередко при кажущихся прекрасных условиях получаются совершенно неудовлетворительные снимки и, наоборот, при видимо неблагоприятной обстановке (легкие, прозрачные облака или мутная, непрозрачная атмосфера) получаются прекрасные результаты.

В частности, можно руководствоваться следующими указаниями: 1) солнце лучше снимать в утренние часы и ни в каком случае не снимать его около полудня; 2) при лунном свете лучше не фотографировать, так как при продолжительной экспозиции, необходимой, например, при фотографировании звезд и планет, пластинка завуалирует и объект потеряет свою резкость; 3) избегать фотографировать светила вблизи горизонта (не ниже 25° — 30°); 4) не фотографировать в те вечера, когда высоко стоящие над горизонтом

звезды сильно мерцают, или небо покрыто на западе густыми перистыми облаками. Лучшими моментами надо считать часы после дождя или сильного холодного ветра. Лучшим же указателем, разумеется, будет собственный аккуратно веденный дневник занятий, в котором должно отмечаться и состояние метеорологических элементов.

Стереоскопическая фотография.

Очень наглядны и в высокой степени поучительны стереоскопические снимки; получить их сравнительно нетрудно. Стереоскопические снимки солнца получают, когда последнее покрыто пятнами значительной величины; для этого обыкновенно делают с солнца два снимка (лучше окулярным увеличением), приблизительно с 3-часовым интервалом, стараясь оба снимка получить в утренние часы.

Чтобы получить стереоскопическую пару луны, поступают таким же образом, т.-е. с почти тем же интервалом между экспозициями.

Для стереоскопического фотографирования планет (положение их относительно звезд) интервал должен быть суточный, но, чтобы получить Юпитера со спутниками, промежуток между экспозициями должен быть всего лишь несколько часов (от часу до трех). При стереоскопическом фотографировании комет интервал между экспозициями колеблется от 20 мин. и более, в зависимости от яркости и скорости движения кометы [1]).

---

[1]) Некоторые полезные указания при фотографировании неба читател найдет в переведенной мною книге: Ф. Кэниссэ (F. Quénisset). «Астрономическая фотография». Изд. «Образование». Петроград. 1912 г.

Перечень задач, вопросов и работ для практических занятий по космографии.

А. Курс подготовительный.

1. Горизонт.

1. Избрать для рассматривания горизонта одно какое-либо место, которое можно было бы часто посещать. Рассматривая горизонт, постараться заметить: а) что остается неизменным, б) что изменяется и какого рода происходят изменения.

2. При прогулках рассматривать горизонт с различных точек в горах, долинах, равнинах (величину и очертания).

2. Вид солнца.

3. Наблюдать в различное время солнце.

4. Всегда ли солнце кажется имеющим одинаковую величину в течение дня (то же в течение года). См. № 13.

5. Можно ли заметить в различные времена дня и года различия в цвете и яркости солнца.

3. Тень.

6. Наблюдать на тенемере (гномоне), как передвигается тень в течение дня и каким образом изменяется при этом ее длина.

7. Измерить в течение нескольких дней с помощью тенемера длину полуденной тени и сравнить длину тени с длиной тенемера. Найти графическим способом посредством тени высоту дерева и дома.

8. Измерить длину полуденной тени в начале лета, осени, зимы и весны.

9. Нарисовать на доске вокруг стержня тенемера круг, центр которого совпадает с основанием стержня, и на полученном круге отмечать помощью точек положение тени со средины марта, июня, сентября и декабря:

В	7	час.	утра	и в	5	час.	пополудни.
»	8	»	»	»	4	»	»
»	9	»	»	»	3	»	»
»	10	»	»	»	2	»	»
»	11	»	»	»	1	»	»
»	12	»	»	»	—	»	»

Соединить полученные точки с центром круга прямыми и обозначить на них время наблюдения: как относится 12 ч. линия к 7 ч. и 5 ч.; 2 ч. — к 8 ч. и 4 ч.; 3 ч. — к 9 ч. и 3 ч.; 4 ч. — к 10 ч. и 2 ч.; 5 ч. — к 11 ч. и 1 ч. Повторить эти наблюдения в период времени от середины октября до середины ноября или в феврале. Найти различия в этих наблюдениях.

10. Сделать солнечные часы и сравнить их показания с показаниями обыкновенных часов.

11. В какие дни и в какое время была найдена самая короткая и самая длинная тень в течение целого года.

4. Восход и заход солнца.

12. Наблюдать возможно чаще восход и заход солнца, притом всегда с одного и того же места. Точно записывать время и место восхода и захода.

13. Определить, сколько минут и секунд прошло при заходе солнца между прикосновением нижнего края солнца к горизонту и исчезновением верхнего.

14. Нарисовать точно контур: а) восточной части горизонта и западной. Отметить на этом контуре, с занесением числа и времени, те точки, на которых в течение года наблюдались, по возможности с одного и того же места: а) восход и заход солнца: 21 марта, 21 июня, 21 сентября и 21 декабря.

15. Если горизонт открытый, то при помощи точных часов определить различие между первой и второй половинами дня в средине февраля, 21 марта, в средине апреля, 21 июня, 21 сентября, в конце октября и 21 декабря.

16. Наблюдать положение и различие степени яркости утренней и вечерней зари в течение многих дней.

17. Не замечается ли соотношение между появлением утренней и вечерней зари и другими явлениями в воздухе.

18. Измерить продолжительность утра и вечера (зари). (Этот вопрос может быть решаем и в систематическом курсе.)

5. Путь солнца.

19. В каком направлении движется солнце.

20. Сделать в течение каждого времени года ряд чертежей формы солнечного пути на небе («дневной путь») и сравнить длину этих путей между собою.

21. Определить, когда дневная дуга имеет наибольшую величину и когда наименьшую.

22. Бывает ли солнце когда-либо над головою (в зените) в пункте наблюдения.

23. Объяснить, почему некоторые окна в домах летом бывают в полдень освещены солнцем, а зимою нет.

24. Объяснить, почему некоторые окна не весь год освещаются по утрам солнцем.

6. Стороны горизонта.

25. Каким образом можно определить стороны горизонта, не зная времени.

26. Как можно найти север и юг.

27. Положить на компас в направлении, указываемом концами магнитной стрелки, линейку и постараться определить угол между астрономическим и магнитным направлением линии NS.

28. Как найти запад и восток.

29. Определить в начале весны и осени страны горизонта по солнцу.

30. Заметить, всегда ли солнце в 9 час. утра и в 3 часа пополудни находится на SO и SW.

31. Каким другим небесным телом, кроме солнца, можно пользоваться для определения стран света.

32. Как определить страны света ночью, когда не видно звезд.

33. Как определить страны горизонта при помощи карманных часов.

7. Связь между отдельными явлениями.

34. Наблюдать соотношение между восходом и заходом солнца по дневной дуге и уменьшением и увеличением тени в течение дня.

35. Наблюдать соотношение между увеличением и уменьшением дневных дуг и уменьшением и увеличением длины тени в полдень.

36. Наблюдать в течение ряда дней увеличение и уменьшение дня и ночи.

37. Наблюдать соотношение между увеличением и уменьшением дневных дуг и изменением места восхода и захода солнца.

38. Найти связь между следующими явлениями: а) увеличением и уменьшением длины тени, б) поднятием и опусканием солнца по дневной дуге, в) увеличением и уменьшением тепла. Повторить эти наблюдения в течение нескольких дней.

39. Сравнить величину двух частей горизонта, граница между которыми определяется точками восхода и захода солнца 21 марта и 21 сентября. Сравнить обе части горизонта, определенные указанными пунктами в другие дни.

8. Луна.

40. Обратить внимание на фазы луны.

41. Наблюдать возможно чаще восход и заход луны и обратить внимание при этом на места восхода и захода и время, когда они совершаются.

42. Наблюдать изменения вида луны и записать свои наблюдения.

43. Заметить, не дополняется ли иногда лунный серп матовым (пепельным) диском до полного круга. Объяснить это явление.

44. Всегда ли при одном и том же виде (например, при полнолунии) луна кажется одинаковой величины.

45. Заметить положение луны по отношению солнца во время увеличения (нарастания) диска и уменьшения его. Постараться оценить, сколько десятых частей всего диска освещены, и сравнить число этих частей с числом часов.

46. Наблюдать положение луны по отношению к солнцу до или с того времени, когда солнце находилось в одинаковом положении относительно луны при новолунии и при полнолунии.

47. Когда во время полнолуния луна занимает высшую точку на небе и когда низшую и почему?

48. Зарисовать перемещения луны относительно звезд, отметив точно время некоторых ее положений.

49. Сравнить направление движения луны с направлением движения солнца. Соединить концы лунного серпа прямой и провести от ее середины под прямым углом другую прямую. Найти соотношение между второй прямой и направлением, в котором находится солнце (над или под горизонтом).

50. Наблюдать увеличение и уменьшение дуг, которые описывает полная луна в течение года, и обратить при этом внимание на дни 21 марта, 21 июня, 21 сентября и 21 декабря.

51. Сравнить путь луны с путями солнца в дни, указанные в предыдущем номере.

52. Определить продолжительность времени между двумя полнолуниями и двумя новолуниями.

53. Сколько минут и секунд прошло при заходе луны между прикосновением нижнего края луны к горизонту и исчезновением верхнего края.

9. Лунное и солнечное затмение [1]).

54. Нарисовать во время лунного затмения положение солнца, земли и луны.

55. Обратить внимание на форму и подробности лунного затмения.

56. Заметить фазу луны, во время которой происходит затмение.

57. Произвести те же наблюдения (перечисленные выше) во время кольцеобразного или полного солнечного затмения; отметить продолжительность отдельных моментов его (фаз), зарисовать солнечную корону и положение ближайших звезд, которые будут видны во время затмения. Наблюдать за изменением метеорологических элементов (температуры, ветра, облачности и др.). Наблюдать над животными и растениями.

10. Звезды, планеты и кометы.

58. Заметить формы следующих созвездий: Орла, Большой и Малой Медведицы, Пегаса, Тельца, Возничего, Ориона, Кассиопеи, Лиры, Плеяд, Близнецов, Большого и Малого Пса, Овца, Девы и Льва и отдельные яркие звезды указанных созвездий (Альдебарана, Полярную, Пояс в Орионе, Сириус, Вегу, Капеллу, Атаира, Бетейгейзе, Спику, Регула).

59. Нахождение Полярной при помощи Б. Медведицы.

60. Определить приблизительно величину углов, под которыми находятся каждые две или три звезды в созвездии, и на основании этого составить чертеж расположения звезд в созвездии. Проделать это со всеми созвездиями, положение которых достаточно усвоено.

61. Вечером при звездном небе заметить ту звезду или созвездие, которое находится прямо над головою (в зените). Повторить это же наблюдение несколько раз в разные месяцы.

62. Заметить звезды, постоянно остающиеся на небе.

63. Заметить те звезды, которые восходят и заходят, и обратить при этом внимание на то, изменяются ли точки их восхода и захода.

64. Наблюдать несколько раз в одно и то же время одну и ту же звезду и обратить при этом внимание, всегда ли она находится

---

[1]) Солнечные затмения, видимые в Европейской части СССР в ближайшие годы:
в 1928 г. 14 ноября — частное (10) — видимо около полудня.
в 1933 г. 21 августа — кольцеобразное — видимо около 10 ч. вечера.

на одном и том же месте. Заметить, каким образом изменяется ее положение относительно солнца.

65. Заметить положение луны по отношению к этим звездам и обратить внимание при этом на изменение этого положения.

66. Заметить видимые простым глазом планеты и обратить внимание на их свет.

67. Сравнить свет планет со светом известных звезд.

68. Заметить, изменяют ли планеты свое положение по отношению к другим звездам.

69. Наблюдать, если случится, кометы и заметить, как долго остаются они видимыми.

70. Обратить внимание на форму, величину и направление хвоста кометы.

11. Падающие звезды [1]).

71. Наблюдать в период времени 9—14 августа (Персеиды), 14—18 ноября (Леониды) и 17—23 ноября (Андромедиды) падающие в это время звезды.

72. Наблюдать в другое время падающие звезды и метеоры, тмечая время явления, место загорания, направление полета (вдоль аких созвездий или звезд).

Б. Практические занятия по космографии при систематическом прохождении курса.

1. Уровень. Испытатель уровней, поверка уровней. Определение чувствительности уровня.

2. Нониус. Теория прямого и кругового нониусов. Практика отсчетов на приборах. Поверка нониусов на приборах.

3. Теодолит. Правила установки теодолита. Поверка точки зенита. Определение коллимационной поправки. Нахождение полуденной линии.

4. Определение широты:

а) При помощи теодолита по Полярной.
б) » » » по формуле склонений.
в) » » » по меридианным высотам.
г) Секстантом, школьным квадрантом.

5. Измерение времени.

Поверка часов, идущих по среднему времени (теодолитом, солнечным кольцом проф. Глазенапа, гномоном и пассажным инструментом).

---

[1]) Данные о падающих звездах взяты из «Annuaire astronomique». *Д. А.*

6. Экваториальные координаты и картография неба.
7. Работы с экваториалом — измерительные и наблюдательные.
8. Фотографирование неба, фотометрические и др. работы.

Примечание. Перечисленные работы систематического курса не исключают повторения работ, взятых из перечня подготовительного курса.

Справочная таблица

Объект съемки.	Объектив.	Получается изображение.
Солнце.	1) Астрофотографический [1]) или 2) Астрономический [2]) } Диафрагмированный.	Отрицательным окуляром [4]).
Луна.	1) Астрофотографический или 2) Астрономический 3) Портретный [3]) (без передней линзы).	В фокусе объектива. Отрицательным окуляром. В фокусе объектива.
Пепельная окраска луны.	1) Астрофотографический или 2) Астрономический	В фокусе объектива
Затмения. Частичн. солнечн.	Как	при фотогр
Затмения. Полное солнечное.	1) Астрофотографический или 2) Астрономический	В фокусе объектива или при незначит. увеличении отрицательным окуляром.
Затмения. Частное лунное.	Как	при фотогр
Соединения.	1) Астрофотографический 2) Астрономический или 3) Портретный	В фокусе объектива.
Планеты.	1) Портретный 2) Астрофотографический или 3) Портретный	В фокусе объектива. Отрицательным окуляром.
Кометы.	Портретный.	В фокусе объектива.
Звезды.	Портретный.	В фокусе объектива.
Звездные скопления.	1) Астрофотографический или 2) Астрономический 3) Портретный.	В фокусе объектива (для двойных звезд—отрицат. окуляр.) В фокусе объектива.
Туманности.	1) Астрофотографический. 2) Астрономический. 3) Портретный.	В фокусе объектива.

---

[1]) Астрофотографическим называется такой объектив, кривизна которого построена для фотографирования — его ахроматизм приурочен к химическим лучам, т.-е. лучам, лежащим у фиолетового края спектра. К этим лучам наиболее чувствительна фотографическая пластинка.

[2]) Ахроматизм обыкновенного астрономического объектива приурочен к тем лучам, которые дают видимое изображение, поэтому химический и оптический его фокусы не совпадают, первый находится несколько ближе к объективу, чем второй. При употреблении астрономического объектива необходимо опытным путем найти положение химического фокуса. (См. Кэниссе. Астрономическая фотография. Петр., 1912).

при фотографировании. ПРИЛОЖЕНИЕ II.

Монтировка.	Пластинки.	Продолжительность экспозиции.
Неподвижная. (азимутальная).	Диапозитивные [5]) (бромо-хлоро-серебряные). Полезно применять светофильтры.	Очень короткая от $^1/_{500}$ до $^1/_{1000}$ сек. (При диапозитивных пластинках $^1/_{90}$.)
Неподвижная. Неподвижн. или экваториальн. Экваториальная.	Высокой чувствительности и противо-ореольные.	1) от $^1/_5$ до $^1/_2$ сек. 2) при незнач. увелич. от $^1/_4$ до $^1/_2$ сек., при большом увеличении 1—6 сек. 3) 2 — 5 сек.
Экваториальная.	Высокой чувствительности и противо-ореольные.	2 — 5 минут.
афировании	солнца.	
Экваториальная.	Высок. чувств. противо-ореольные и орто-хроматич. для красн. цвета.	$^1/_2$ — 5 сек.
афировании	луны.	
Экваториальная.	Высокой чувствительности, иногда противо-ореольные.	1 — 3 сек.
Экваториальная.	Высокой чувствительности, иногда противо-ореольные.	2 — 5 сек.
Экваториальная.	Высокой чувствительности. Применять	15—40 мин. и больше. светофильтры.
	Высокой чувствительности.	От 20 мин. до часу и более. (Чем продолжительнее экспозиция, тем больше получается подробностей.)

[3]) Портретный объектив употребляется в обыкновенных фотографических камерах. Он обладает весьма значительной светосилой, и потому его следует употреблять при фотографировании слабосветящих объектов.

[4]) Отрицательный окуляр состоит из двух плосковыпуклых линз, обращенных своей выпуклой стороной к объективу. Отрицательный окуляр может быть заменен передней системой земного окуляра, в котором линзы расположены так же, как в отрицательном окуляре.

[5]) Диапозитивные пластинки применяются при приготовлении диапозитивов (для проекции рисунков) — они обладают уменьшенной чувствительностью, что позволяет увеличивать время экспозиции.

ПРИЛОЖЕНИЕ III.

ДОПОЛНЕНИЯ К ПЕРВОЙ ЧАСТИ.

Космографические приборы.

1. Вырезывание горизонта для планисферы.

Для того чтобы вырезать горизонт на верхнем круге планисферы, необходимо нанести на папке часовые круги и суточные параллели, — первые хотя бы через 15°, а вторые через 10°, соответственно проекции карты, — другими словами, скопировать сетку данной карты. Затем следует отложить по часовым кругам от полюса расстояния до точек горизонта, соединить полученные точки плавной кривой и вырезать по ней горизонт. Вся задача сводится к определению расстояний от полюса до точек горизонта в зависимости от широты места и расстояния точки горизонта от точки севера или юга (азимута). Пусть (рис. 98) SN — горизонт и P — северный полюс, $NP=\varphi$ высота полюса над горизонтом, равная широте места, $NB=\alpha$ — расстояние точки B горизонта от точки севера, $PB=x$ — искомое полярное расстояние точки горизонта B.

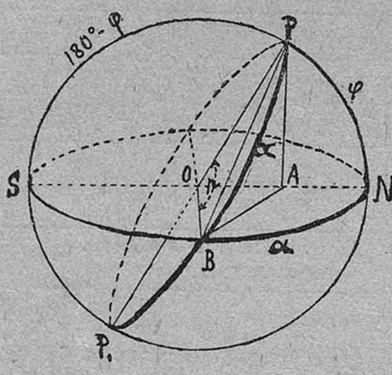


Рис. 98.

$PA \perp SN$. Остальные соотношения понятны из чертежа. $PO=R=OB$.

$$\text{Из } \triangle\text{-ка } PAO: \quad PA=R\ \mathrm{sn}\ \varphi.$$

$$OA=R\ \mathrm{cs}\ \varphi.$$

$$\text{Из } \triangle\text{-ка } AOB: \quad AB=\sqrt{OA^2+R^2-2\,OA\,.\,R\ \mathrm{cs}\ \alpha}$$

$$AB=\sqrt{R^2\,\mathrm{cs}^2\,\varphi+R^2-2R^2\,\mathrm{cs}\,\varphi\,\mathrm{cs}\,\alpha}$$

$$AB=R\sqrt{\mathrm{cs}^2\varphi+1-2\ \mathrm{cs}\,\varphi\,\mathrm{cs}\,\alpha}$$

Из $\triangle$-ка PBA: $PB = \sqrt{R^2 \operatorname{sn}^2\varphi + R^2 \operatorname{cs}^2\varphi + R^2 - 2R^2 \operatorname{cs}\varphi \operatorname{cs}\alpha}$

$$PB = R\sqrt{\operatorname{sn}^2\varphi + \operatorname{cs}^2\varphi + 1 - 2\operatorname{cs}\varphi\operatorname{cs}\alpha}$$

$$PB = R\sqrt{2 - 2\operatorname{cs}\varphi\operatorname{cs}\alpha}$$

$$\operatorname{sn}\frac{x}{2} = \frac{PB}{2R} = \frac{R\sqrt{2(1 - \operatorname{cs}\varphi\operatorname{cs}\alpha)}}{2R}$$

$$\operatorname{sn}\frac{x}{2} = \frac{\sqrt{2(1 - \operatorname{cs}\varphi\operatorname{cs}\alpha)}}{2}$$

Преобразуя полученное выражение, имеем:

$$\operatorname{sn}^2\frac{x}{2} = \frac{1 - \operatorname{cs}\varphi\operatorname{cs}\alpha}{2}$$

но $\operatorname{sn}^2\frac{x}{2} = \frac{1 - \operatorname{cs}x}{2}$, откуда

$$\frac{1 - \operatorname{cs}x}{2} = \frac{1 - \operatorname{cs}\varphi\operatorname{cs}\alpha}{2}$$

и

$$\operatorname{cs}x = \operatorname{cs}\varphi\operatorname{cs}\alpha$$

Это же выражение получается из прямоугольного сферического треугольника PNB — оно выражает основную зависимость между его сторонами.

Только что изложенный вывод может служить для ученика, знакомого с тригонометрией.

Для Ленинграда можно принять $\varphi = 60°$. Тогда уравнение принимает следующий вид: $\operatorname{cs}x = {}^1/_2 \operatorname{cs}\alpha$.

Значение дуги α, представляющей собою расстояние часовых кругов, проведенных через 15° по горизонту от точки N, найдем из уравнения $\operatorname{tg}\alpha = \operatorname{sn}\varphi\, tg\theta$ (приложение III, 8).

Для Ленинграда $\varphi = 60$, следовательно $\operatorname{sn}\varphi = 0{,}866$, а $tg\alpha = 0{,}866\ tg\theta$.

Пользуясь таблицей натуральных тригонометрических величин, составляем следующую таблицу:

θ	tg θ	tg α	α	cs α	cs x	x	
0	0.000	0.000	0°	1.000	0.500	60°	
15°	0.268	0.232	13°	0.974	0.487	60°50′	
30°	0,577	0.500	26°30′	0.895	0,447	63°30′	
45°	1.000	0.866	40°50′	0.757	0.378	67°40′	
60°	1.732	1.500	56°20′	0.552	0.276	74°	
75°	3.732	3.232	72°50′	0.295	0.147	81°30′	
90°	∞	∞	90°	0.000	0.000	90°	и т. д.

Откладываем теперь полученные значения x на соответствующих часовых кругах и получаем линию горизонта, изображенную на рис. 99.

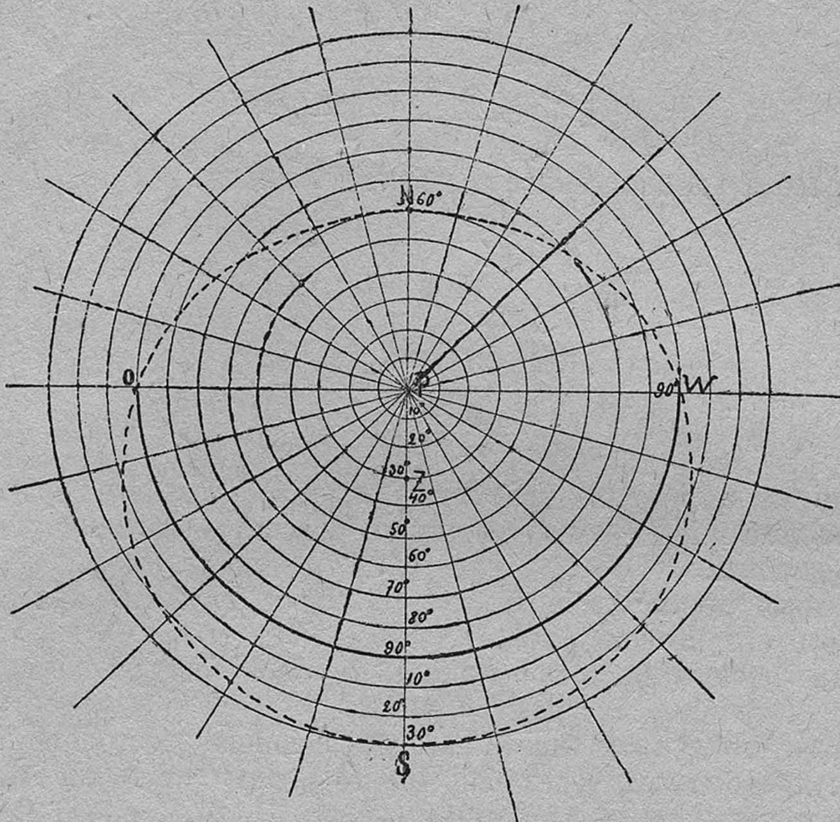


Рис. 99.

2. Приборы для зарисовывания созвездий на плоскости и на сфере.

а) Прибор состоит из бруска A (рис. 100), к одному концу которого прикреплена пластинка D с визирным отверстием o, а в прорез, сделанный у другого конца, вложен кусок стекла прямоугольной формы. Укрепив прибор на штативе, позволяющем вращать его вокруг вертикальной оси и наклонять надлежащим образом к горизонту, направляем его на наблюдаемое созвездие. Глядя через визирное отверстие o на стекло B, ставим на нем восковым карандашом точки, закрывающие звезды, входящие в данное созвездие. Работа должна быть сделана быстро, дабы звезды не слишком переместились. Укрепив прибор и подойдя к нему через некоторое время, увидим, что звезды сместились все в одном направлении.

в) Прибор, изображенный на рис. 101, позволит дать понятие о проектировании всего неба на шаровую поверхность. Стеклянная,

полая полусфера *A* лежит на трех подставках на высоте человеческого глаза. В плоскости большого круга (отверстия полусферы)

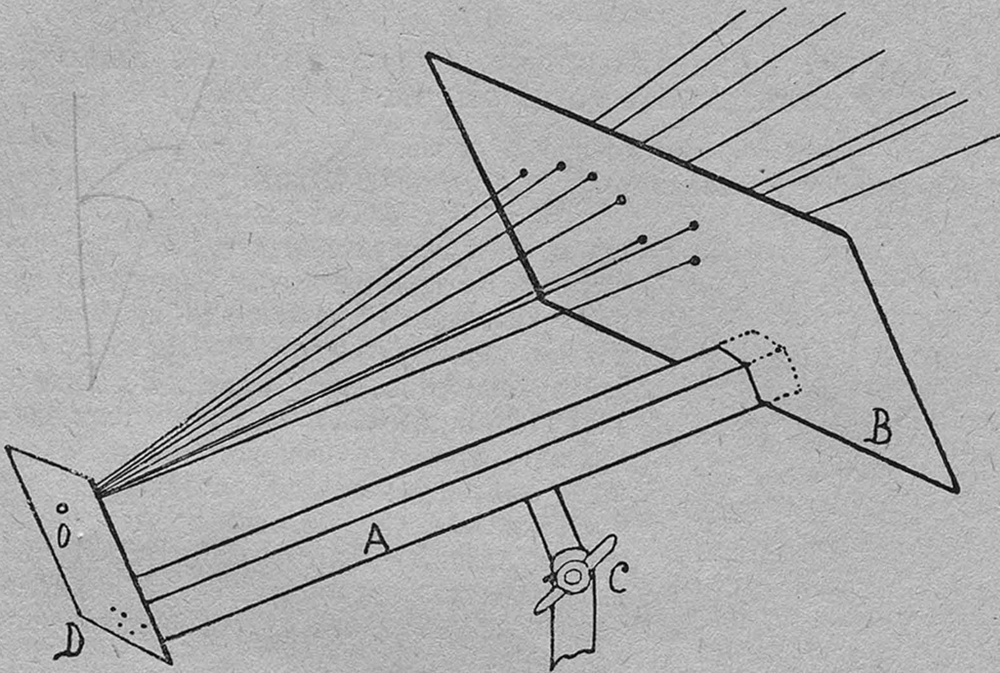


Рис. 100.

натянуты три нити, поддерживающие кольцо, отверстие которого совпадает с центром полусферы. Это кольцо является визирным отверстием. Глядя в отверстие кольца *o*, отмечают на сфере восковым карандашом положение Полярной звезды и других звезд. Полезно проделать наблюдение в разные часы суток и в один и тот же час в разные дни. Прибор позволяет сделать ряд наблюдений: зарисовать часть суточной параллели звезды и измерить ее; проведя на стекле местный меридиан, наблюдать верхнюю и нижнюю кульминацию звезд; разобраться в понятиях азимут, высота; разобрать задачи об определении высоты полюса по высотам незаходящей звезды во время ее кульминации, определении склонения

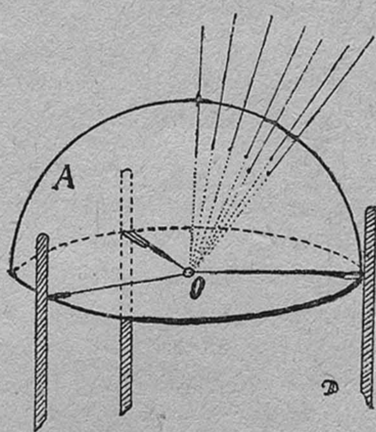


Рис. 101.

звезды в момент кульминации по зенитному расстоянию и высоте полюса над горизонтом, определении направления полуденной линии по наблюдению звезды на одной высоте до и после кульминации и др.

Прибор этот позволяет сделать более легким переход от наблюдения небесного свода к понятию небесной сферы и к изображению небесной сферы на плоскости.

3. Градуирование линейки для измерения высоты солнца над горизонтом (рис. 102).

AB—расстояние от кольца до горизонтальной плоскости; *BC*—расстояние от перпендикуляра *AB* до тени кольца.

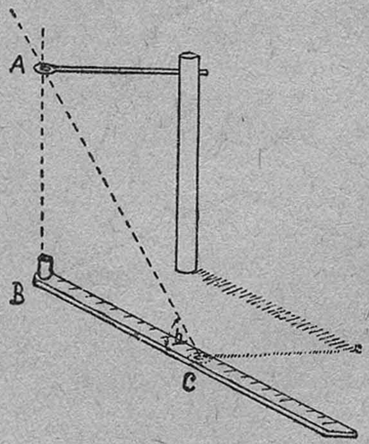


Рис. 102.

Из $\triangle$-ка *ABC* имеем: $BC = AB \operatorname{ctg} h$, где *h* угол, образованный солнечными лучами с горизонтом, т.-е. высота солнца над горизонтом. Расстояние *BC* пропорционально котангенсу угла *h*. При $h = 45°$ длина тени равна *AB*. Зная *AB* и приняв длину тени при $h=45°$ за единицу, в таблицах натуральных тригонометрических величин найдем значения котангенсов и помножив *AB* на величины котангенсов, найдем длины теней, соответствующие высотам солнца над горизонтом. У отметок, сделанных на линейке, ставим значения соответствующих углов.

4. Теория секстанта.

Когда черта алидады (рис. 103) совпадает с нулем лимба, зеркало *A* расположено параллельно зеркалу *B*. Глаз видит через

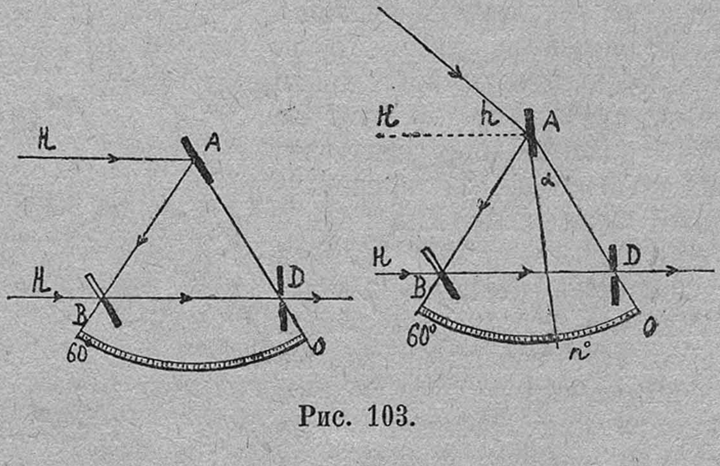


Рис. 103.

визирное отверстие *D* горизонт, лучи от которого идут через прозрачную часть зеркала *B*, и одновременно изображение горизонта в зеркалах *A* и *B*. Лучи *HA* и *HD* параллельны.

Когда наблюдаемая точка (рис. 103) лежит выше горизонта, алидада должна быть отклонена от нулевого деления лимба на некоторое число делений n.

Зеркало отклонилось от первоначального положения на угол α. Угол h вдвое больше угла α, так как при повороте зеркала на некоторый угол α, угол между лучами падающим и отраженным увеличивается на $2\ \alpha$.

Следовательно $h = 2\ \alpha$.

5. Приготовление градуированных дуг.

Для приготовления градуированных дуг удобны тонкие деревянные чертежные линейки, разделенные на сантиметры и миллиметры.

При радиусе 57,3 сантиметра дуга в 1° имеет длину 1 см. 1 миллиметр будет соответствовать 0,1°.

В этом случае $2\pi\ R = 360$ см, откуда $R = \frac{360}{2\pi} = \frac{360}{6{,}28} = 57{,}3$ см. Легко вычислить радиус дуги и для любого другого линейного значения градуса.

Вообще легче найти радиус для данной линейной величины градуса и согнуть соответствующим образом линейку, чем разделить данную дугу на градусы.

Для того, чтобы согнуть надлежащим образом линейку, следует вырезать лобзиком из сухой полудюймовой доски сектор данного радиуса и прибить к его дуге линейку.

6. Испытание уровня и нанесение на нем делений.

(По Н. Платонову. «Практические занятия по начальной астрономии».)

Помещаем уровень на испытатель вдоль длинной его планки и вращаем винт BC до тех пор, пока пузырек не станет посредине трубки. Перевернем теперь уровень на 180°. Если пузырек сойдет с места, то это значит, что или уровень неверен, или планка не горизонтальна, или имеется и то и другое вместе.

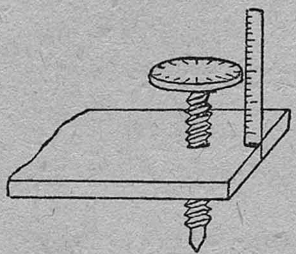
Теперь двигаем винт BC в ту или другую сторону до тех пор, пока при перекладывании уровня на 180° пузырек не перестанет перемещаться — тогда очевидно, что длинная планка испытателя стоит горизонтально.

Если пузырек уровня, поставленного на горизонтальную планку стоит в середине трубки, то значит уровень верен.

Уровень тем чувствительнее, чем меньше кривизна трубки.

Для нанесеня делений на уровень необходимо прежде всего определить шаг винта BC, помещенного в конце длинной планки испытателя. Для этой цели измеряем расстояние, занимаемое некоторым большим числом витков винта, и делим это расстояние на число витков. Например 100 витков занимают длину 35 мм. Значит шаг винта 0,35 мм.

Зная шаг винта, мы можем измерить угол, на который наклонится длинная планка испытателя при повороте винта на один оборот, часть оборота или несколько оборотов. Счет оборотов винта ясен из прилагаемого чертежа (рис. 104).



Положим, что первоначально планка стояла горизонтально и мы повернули винт на 57°, т.-е. $\frac{57}{360}$ оборота. Тогда очевидно, что конец планки поднялся на $\frac{0{,}35 . 57}{360} = 0{,}055$ мм.

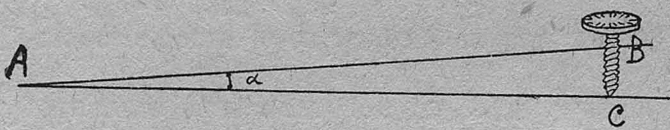


Рис. 104.

Пусть расстояние от винта C до линии, соединяющей другие два винта испытателя, равно 60 см. Тогда угол, на который наклонилась планка к горизонту, можно вычислить из $\triangle\ ABC$, у которого один катет $AB = 600$ мм, а другой $BC = 0{,}055$ мм. $\operatorname{tg}\ \alpha = \frac{0{,}055}{600}$, откуда $\lg\ \operatorname{tg}\ \alpha = \bar{5}{,}9622$ и $\alpha = 19''$.

[Так как угол α мал, то вычисление может быть сделано упрощенным способом, понимание которого доступно ученику, незнакомому с тригонометрией.

Примем $AB = AC$. Проведем радиусом AB дугу и примем, что длина дуги BC равна длине хорды BC.

Тогда очевидно, что $\frac{\alpha}{360} = \frac{BC}{2\pi\ AB}$, откуда $\alpha = \frac{360\ BC}{2\pi\ AB}$. Подставив BC и AB, получим:

$$\alpha = \frac{360 . 60 . 60 . 0{,}055}{2 . 3{,}14 . 600} \text{ откуда } \alpha = 19''.$$

Если винт C сделает полный оборот, т.-е. будет повернут на 360°, то планка AB наклонится к горизонту на угол $\alpha = 20'$.

Если на уровне заранее нанесены деления, то указанный прием позволяет оценить деление уровня. Если деления не нанесены, то он дает возможность нанести деления определенной цены. *Д. А.*].

7. К изучению горизонтальных и экваториальных координат.

Полезно приготовить из металла, дерева или просто папки несколько маленьких моделей приборов, описанных в гл. III, которые могут служить и теодолитами и экваториалами. Диаметры кругов таких моделей могут не превышать 10 см, а трубы могут быть заменены простыми линейками даже без визирных отверстий.

Для демонстрации того, что высота одной и той же звезды в один и тот же момент в различных точках земли различна,

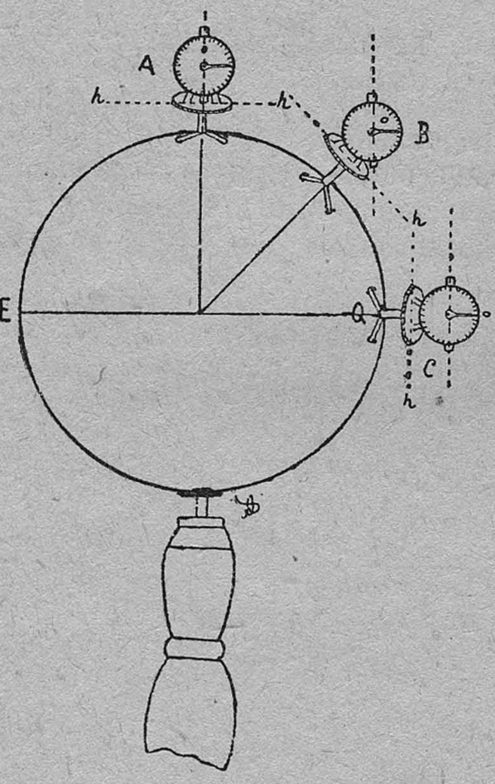


Рис. 105.

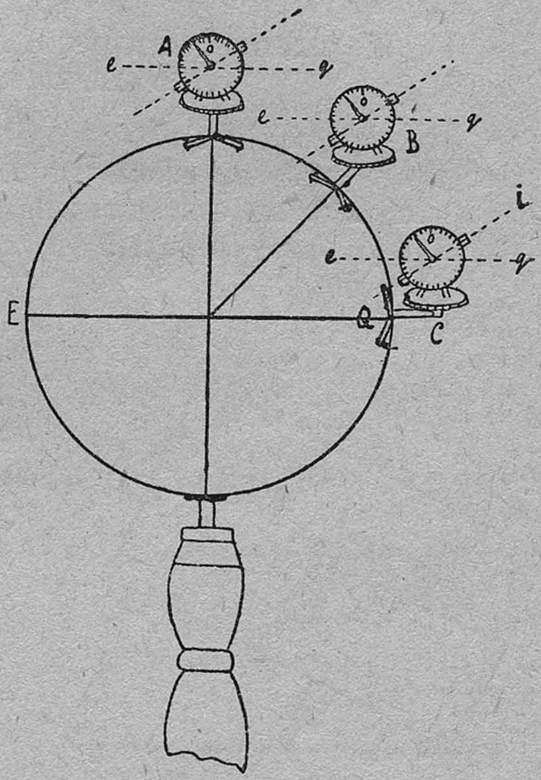


Рис. 106.

удобно поставить на большой глобус три только что описанных модели теодолитов так, чтобы азимутальные круги их были бы перпендикулярны радиусу шара (рис. 105), тогда круги эти будут параллельными горизонтам мест *A*, *B* и *C* и отсчеты параллельно расположенных труб, т.-е. направленных на одну и ту же точку небесной сферы, будут не равны между собою. Установка удобна для демонстрации высоты полюса над горизонтом в разных местах земли.

Если те же три модели, превратив их в модели экваториалов, поставить в разных точках земли (рис. 106) и направить их трубы

параллельно друг другу, т.-е. на одну и ту же точку небесной сферы, то отсчеты по верхним кругам окажутся равными. Нижние круги расположены под различными углами к горизонту, но они параллельны небесному, а значит и земному экваторам, а потому параллельны между собою. Наклон трубы к нижнему кругу соответствует склонению звезды.

Описанный прибор может оказаться весьма полезным пособием для уяснения ряда явлений и при решении многих задач, везде, где понадобится применение зенитных расстояний, высот, склонений, часовых углов, моментов кульминаций и т. д.

8. Черчение циферблата горизонтальных солнечных часов.

Угол θ (рис. 107), образованный тенью OB стержня с сечением экваториальной плоскости E плоскостью местного меридиана на экваториальных солнечных часах, пропорционален часовому углу солнца. Пусть x — искомый угол, образованный тенью с полуден-

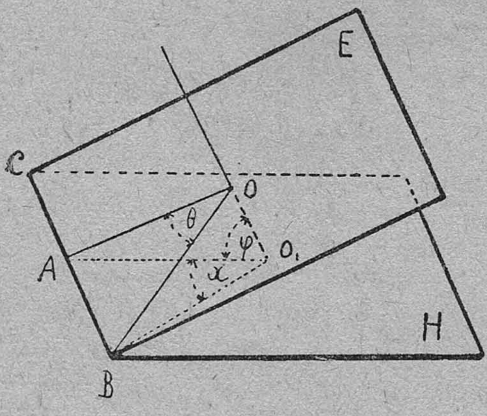


Рис. 107.

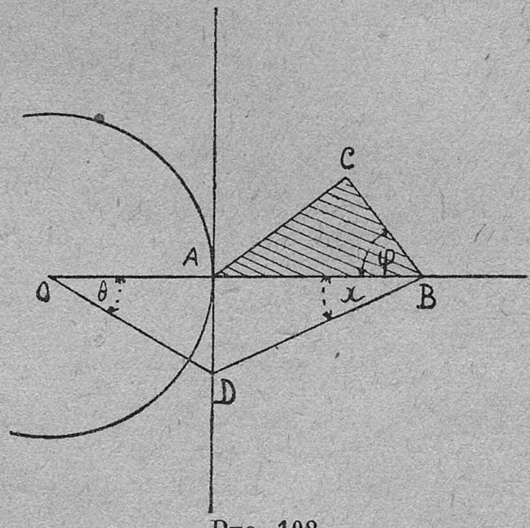


Рис. 108.

ной линией на горизонтальных часах. φ — широта места, иначе высота полюса над горизонтом.

Из $\triangle$-ка AO_1B имеем:

$$\operatorname{tg} x = \frac{AB}{AO_1}$$

Из $\triangle$-ка $AOB : AB = AO \operatorname{tg}\theta$

Из $\triangle$-ка $AOO_1 : AO_1 = \frac{AO}{\operatorname{sn}\varphi}$

Следовательно $\operatorname{tg} x = \operatorname{sn}\varphi \operatorname{tg}\theta$.

Чертеж 108 получим, если развернем двугранный угол $ECBH$ так, чтобы плоскость E являлась продолжением плоскости H. Приняв это обстоятельство во внимание, графический метод нанесения циферблата горизонтальных солнечных часов не является неожиданностью.

Из чертежа имеем: $OA = AC$. Обозначения углов прежние.

$$\text{Из } \triangle\text{-ка } ABD: \operatorname{tg} x = \frac{AD}{AB}$$

$$\text{Из } \triangle\text{-ка } OAD: AD = OA \operatorname{tg}\theta$$

$$\text{Из } \triangle\text{-ка } ACB: AB = \frac{AC}{\operatorname{sn}\varphi}$$

Отсюда $\operatorname{tg} x = \operatorname{sn}\varphi \operatorname{tg}\theta$.

В полученном уравнении $\operatorname{sn}\varphi$ величина постоянная для данного места. Подставляя в уравнение значения θ от $0°$ через $15°$, получим соответствующие значения x, которые и откладываем транспортиром при точке B.

Описанное только что развертывание двугранного угла должно быть показано учащимся на модели.

9. Солнечное кольцо С. П. Глазенапа.

Прибор представляет собою цилиндрическое, металлическое кольцо (рис. 109), на внутренней стороне которого имеется коническое углубление, накладываемое на острие в подставке. Вес кольца автоматически приводит его плоскость в вертикальное положение.

Дабы кольцо не вращалось вокруг острия, справа и слева помещены два шпенька. Размеры кольца произвольны. Продажные кольца имеют следующие размеры: наружный диаметр 10,4 см, внутренний диаметр 9,5, ширина 1,6.

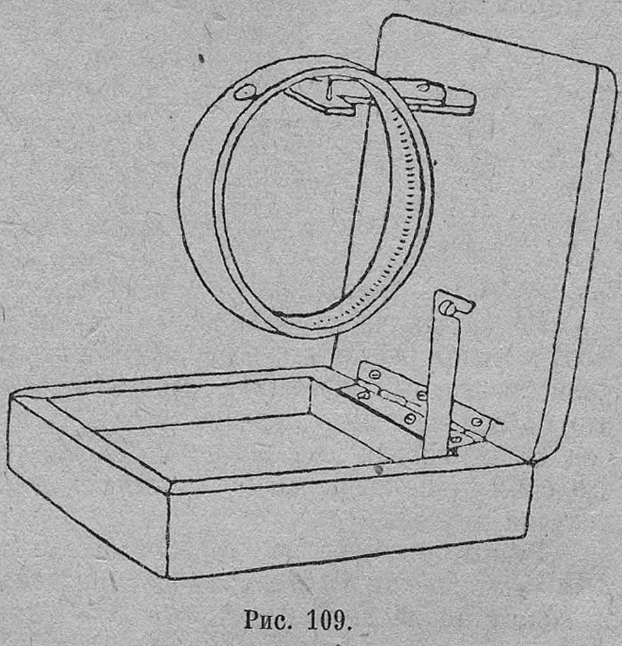


Рис. 109.

На расстоянии 45° от точки привеса кольца сделано в коническом углублении круглое отверстие в 2 мм диаметром.

На стороне, противоположной отверстию, находится шкала, деленная на миллиметры, которые должны быть перенумерованы.

Определение полудня солнечным кольцом основано на наблюдении моментов времени, когда солнце бывает на равных высотах в восточной и западных частях неба, т.-е. до и после полудня.

Наблюдения надо производить лучше всего за 2, 3 часа до полудня и спустя 2, 3 часа после полудня, так как вблизи полудня высота солнца изменяется очень медленно и потому наблюдения этого изменения затруднительны.

Во время наблюдения до полудня располагаем прибор так, чтобы изображение отверстия в кольце падало на шкалу и в определенные моменты по нашим часам наблюдаем полученные центры светлого пятнышка. Удобно замечать положение центра пятнышка или в тот момент, когда штрих шкалы пересекает его пополам (⊖), или когда пятнышко симметрично захватывает два штриха (⊜). Для избежания случайных ошибок замечаем время для нескольких положений пятнышка на шкале.

После полудня отмечаем время, когда пятнышко находится на тех же штрихах шкалы. Очевидно, что полдень по нашим часам будет соответствовать полусумме показаний часов для данного положения пятнышка до и после полудня.

Тогда получим таблицу, например, для 3 августа 1918 г. в Петрограде [1]):

N штриха	До полудня	После полудня	Полусумма.
26	$9^{ч}\ 52^{м}\ 35^{с}$	$14^{ч}\ 15^{м}\ 40^{с}$	$12^{ч}\ 4^{м}\ 7{,}5^{с}$
26,5	9 56 3	14 12 2	— — 2,5
27	9 59 43	14 8 33	— — 8,5
27,5	10 3 0	14 5 10	— — 5,0
		Среднее . . .	$12^{ч}\ 4^{м}\ 5{,}8^{с}$

По нашим часам истинный полдень наступает в $12^{ч}\ 4^{м}\ 5{,}8^{с}$. Полученный результат содержит ошибку. Это так называемый «неисправленный полдень». Причины ошибки заключаются в том, что солнце не только перемещается относительно горизонта в суточном движении как звезда, но перемещается и среди звезд, почему его склонение непрерывно меняется: до полудня оно одно, после полудня другое.

Равные высоты над горизонтом до и после полудня не соответствуют равным расстояниям от меридиана. Высота солнца в момент кульминации не наибольшая.

---

[1]) Таблица заимствована из книги Е. И. Игнатьева «В царстве звезд и светил».

Солнце при суточном движении не следует суточным параллелям, а или поднимается над ними или опускается. Первое имеет место от зимнего до летнего солнцестояния, второе — от летнего до зимнего (рис. 110). В первом периоде наибольшая высота солнца соответствует нахождению его на вертикале, расположенном западнее меридиана, во втором — восточнее.

Вследствие указанной причины в найденное значение «неисправленного» полудня надо внести поправку, чтобы получить истинный полдень.

Исправив эти вычисления по формуле, данной Гаусом:

$$\triangle M = -A\vartheta \operatorname{tg}\varphi + B\vartheta \operatorname{tg}\delta$$

где ϑ — часовое изменение склонения солнца для местного истинного полдня, φ — широта местности, δ — склонение солнца в местный

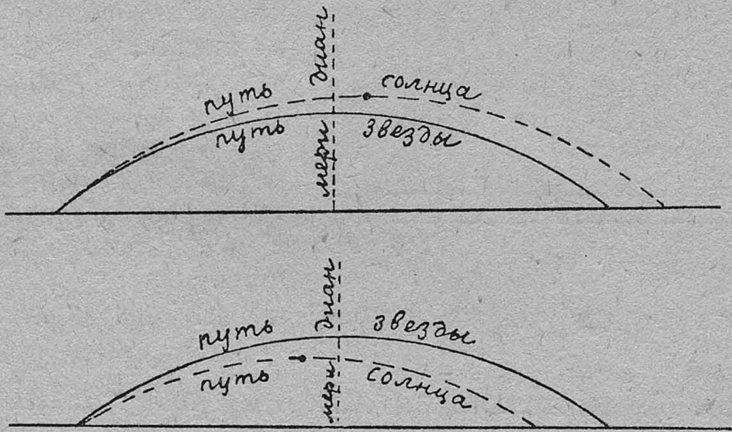


Рис. 110.

истинный полдень. Величины A и B зависят от промежутка времени, прошедшего между наблюдениями солнца на равных высотах до и после полудня:

$$A = \frac{t}{15 \operatorname{sn} t}; \quad B = \frac{t}{15 \operatorname{tg} t}, \quad \text{где } t = \frac{T_2 - T_1}{2}$$

(T_2 и T_1 моменты наблюдений после и до полудня).

Величины ϑ, δ и φ найдены в «Русском астрономическом календаре». Величины A и B или вычислим сами, или найдем их логарифмы в «Русском Астрономическом календаре» или в брошюре С. П. Глазенапа «Солнечное кольцо».

Найденную поправку прибавляем к «неисправленному» полудню и получаем истинный полдень по нашим часам.

Но часы наши идут по среднему времени. Найдем теперь в «Русском Астрономическом календаре» среднее время в истинный полдень для Ленинграда, вычислим среднее время и истинный полдень для данного места и, сравнив его с полученным по нашим часам, найдем поправку часов.

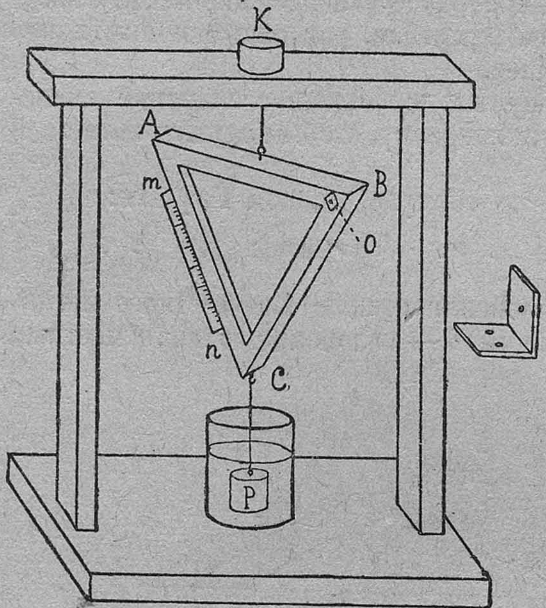


Рис. 111.

Та же задача может быть разрешена [1]) при помощи солнечного треугольника прямолинейного (рис. 111) или сферического.

Подробное описание кольца находится в брошюре С. П. Глазенапа «Солнечное кольцо» и в статье его в «Известиях Русского Астрономического О-ва», вып. IX №№ 6 и 7.

В статье «Солнечное кольцо» содержится и описание определения солнечным кольцом географической широты.

Работа эта для ученика трудовой школы едва ли доступна.

10. Демонстрация явления аберрации.

Описанное на стр. 35 приспособление служит для того лишь, чтобы дать понятие о направлении кажущегося движения звезд вследствие явления аберрации света. Ниже описываемый прибор дает возможность разобраться в явлении аберрации по существу.

Два картонных круга *a* и *b* (рис. 112) укреплены на одной оси на некотором расстоянии один от другого. Они могут вращаться вместе с бруском, к которому прикреплены.

Если круги неподвижны и в них выстрелить из пистолета, дуло которого расположено параллельно оси, то пуля пробьет их в точках *c* и *d*, так что прямая *cd* будет пареллельна оси. Если же

---

[1]) Солнечный треугольник был придуман Аргеландером для проверки часов. В интересной книге И. Фелькнера «Астрономия для любознательных людей», он называется «Крюгеровым треугольником». Он подробно описан в статье Ф. Н. Красикова «Практические занятия по математической географии» («География в школе» № 2).

В. Ф. Гербст заменил прямые стороны треугольника дугами (см. С. П. Глазенап. «Друзьям и любителям астрономии»). *Д. А.*

перед выстрелом привести кружки в быстрое вращательное движение, то пока пуля, пробив кружок *b*, будет проходить расстояние от кружка *b* к кружку *a*, этот последний успеет повернуться на некоторый угол. Пуля пробьет его в точке *e*. Прямая *ce* не параллельна оси. При рассматривании кружков получим впечатление,

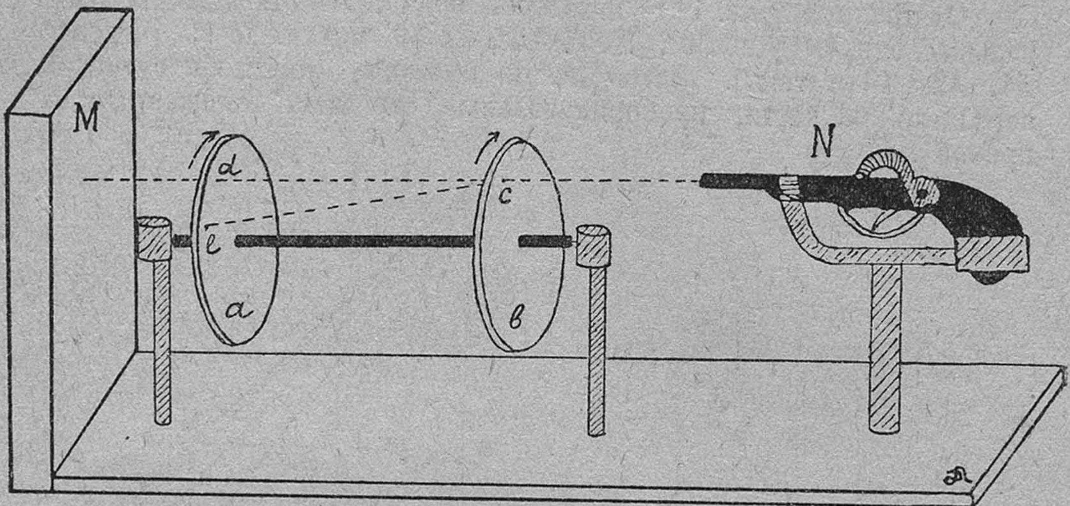


Рис. 112.

что пуля летала наискось, навстречу движению кружков. Чем быстрее вращение кружков, тем больше отклонение.

Угол *dce* — угол аберрации.

При описанном опыте следует пользоваться пистолетом монтекристо, а для того, чтобы пулька не причинила несчастья, за кружком *a* на пути летящей пули следует ставить толстую доску *M*.

11. Деление суточных путей солнца на солнечной планисфере на часы.

Для деления суточных путей солнца на часы можно воспользоваться различными способами.

а) Радиусом, равным половине прямой, изображающей данную суточную параллель, на планисфере чертим окружность (рис. 113) и делим ее на часы или получасы, т.-е. на 24 или 48 частей. Проведя диаметр *AB* (равный прямой, изображающей суточную параллель), проектируем на него часовые или получасовые перемещения солнца. Прямая *AB* есть сечение местного меридиана плоскостью суточной параллели, иначе ортографическая проекция ее на плоскость меридиана.

Из $\triangle$-ка OMN имеем:

$$x = R \operatorname{sn} \alpha.$$

b) Найденное соотношение $x = R \operatorname{sn} \alpha$ позволяет решить задачу иначе.

От точки A (рис. 114) некоторой прямой AB откладываем натуральные синусы углов 0°, 7°30′, 15°, 22°30′ и т. д. до 90° (отрезки $A1$, $A2$, $A3$ и т. д.). Затем делим половину проекции суточной параллели на части, пропорциональные отрезкам, отложенным на прямой AB.

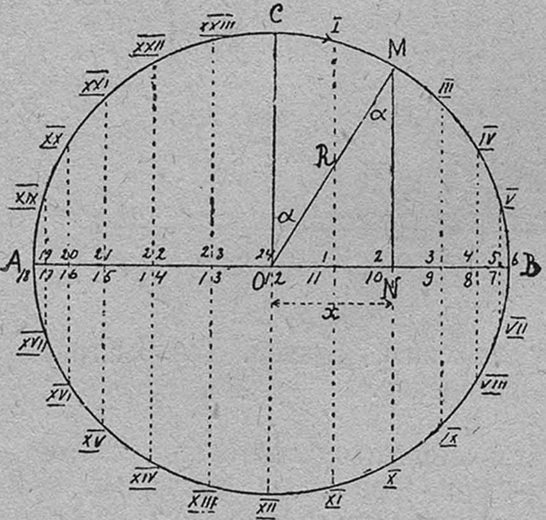


Рис. 113.

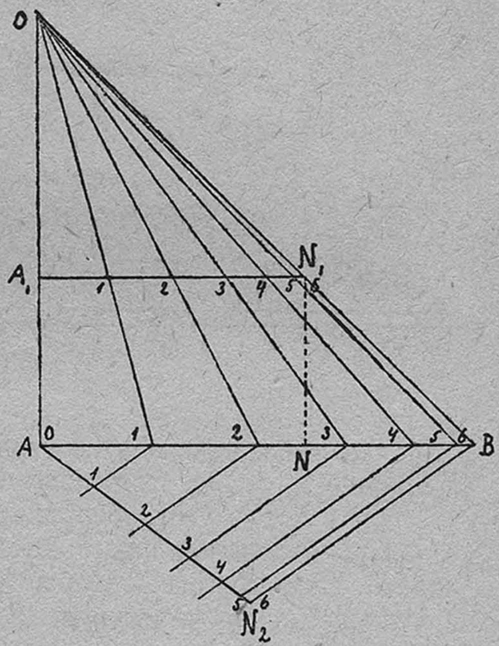


Рис. 114.

Чертеж 114 показывает два способа деления. От точки A под произвольным углом к AB откладываем данную половину проекции суточной параллели AN_2. Соединяем концы прямых B и N_2 и приводим систему параллельных 11, 22, 33, 44, 55. Задача решена.

Иначе. Точку O, лежащую на перпендикуляре к прямой AB, проходящем через точку A, и находящуюся от прямой AB на произвольном расстоянии, соединяем с точками 1, 2, 3, 4, 5, 7. Теперь отложим данную половину проекции суточной параллели на прямой AB от точки A и перенесем ее параллельно самой себе так, чтобы точка A осталась на перпендикуляре OA, а точка N легла на прямую OB. Задача будет решена.

α	sn α	α	sn α
0°	0.000	45°	0.707
7°30′	0.130	52°30′	0.793
15°	0.259	60°	0.866
22°30′	0.383	67°30′	0.924
30°	0.500	75°	0.966
37°30′	0.609	82°30′	0.991
		90°	1.000

При черчении удобно принять sn 90° за 10 см, тогда sn 7°30′ выразится отрезом в 13 мм, sn 15° отрезком в 25,9 мм и т. д.

12. Простой высотомер Баранова.

Высотомер состоит из двух планок, длинной и короткой, соединенных так, как показано на рисунке 115 *A*. На длинной планке расположены 4 иглы на равных расстояниях одна от другой. На

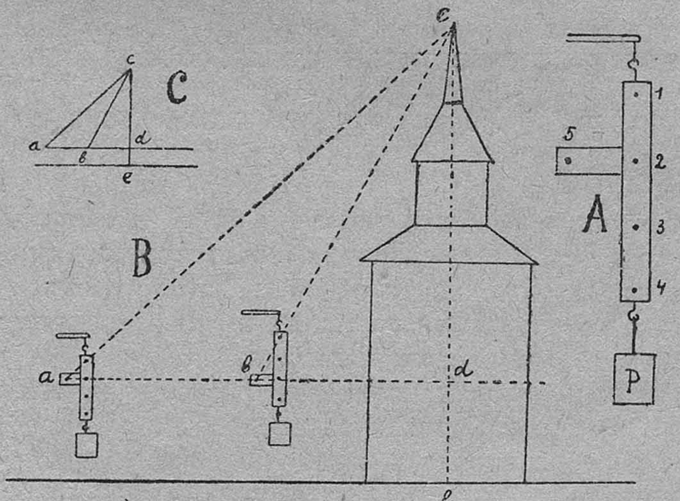


Рис. 115.

короткой одна игла. Расстояние ее от второй иглы равно расстоянию между иглами на длинной планке.

Подвешиваем прибор к штативу при помощи крючка. Дабы прибор висел вертикально и не качался от ветра, к нижнему крюку подвешивается груз. Короткая планка должна быть направлена к наблюдателю.

Для измерения высоты некоторого предмета располагаем прибор так, чтобы луч зрения проходил через иглы 5, 1 и вершину предмета *c*. Тогда угол, образованный лучом зрения с горизонтом, равен 45°. Подойдя к измеряемому предмету, следуя горизонтальной прямой *ad*, проходящей через короткую планку инструмента и вершину измеряемого предмета, располагаем инструмент так, чтобы луч зрения проходил через 5, 4 иглы и вершину *c*. Для этого нужно прибор перевернуть. Луч зрения образует с горизонтом угол, тангенс которого равен двум. Зная угол *Cbd*, найдем угол *cba*, а измерив расстояние между двумя положениями приборов *a* и *b*, найдем высоту *cd* треугольника *acb*. К найденной высоте *cd* придется прибавить *dc*, равное высоте горизонтальной линии *ab* над землею.

Решить задачу можно или вычислением, или при помощи чертежа, построив в известном масштабе треугольник *acb* и изменив его высоту *cd*.

При измерении можно прибора не перевертывать, а сначала направить луч зрения на вершину *c* через иглы 5 и 3, а потом через 5 и 4.

Расположение игл и расстояние между ними можно менять, конечно, в зависимости от удобства.

13. Серебрение зеркал по способу Люмьера.

(H. Abraham. «Сборник элементарных опытов по физике». Часть I.)

Стекла, которые собираются серебрить, и сосуды, в которых будет производиться эта операция, следует хорошо вымыть, протереть куском ваты, смоченной азотной кислотой, прополоскать водой, промыть раствором нашатырного спирта и снова прополоскать водою; после этого их нельзя трогать пальцами.

Жидкости: 1) двухпроцентный раствор чистого аммиачного азотнокислого серебра в дестиллированной воде. (Следует растворить азотнокислое серебро в воде и затем понемногу прибавлять нашатырного спирта до тех пор, пока растворится образовавшийся первоначально осадок. Следует избегать избытка нашатырного спирта.) Лучше употреблять свежий раствор.

2) Продажный формол (40 процентный).

Испытание жидкостей. Прилить к 15 см раствора серебра 7 капель формола. Если смесь правильная, то жидкость становится в несколько секунд густого фиолетово-красного цвета, затем стенки покрываются вокруг налетом, который последовательно делается красно-фиолетовым, затем голубым, железисто-серым

и наконец принимает вид полированного серебра, между тем как жидкость покрывается пленками.

Восстановление, продолжающееся около минуты, закончено, когда жидкость сделается почти прозрачной и будет содержать ясно видные хлопья. Если осадка не образуется, следует нагреть до 20°.

При излишке формола осадок образуется гораздо скорее, серебро не принимает металлического вида или, во всяком случае, металлический слой сходит при трении пальцем, смоченным нашатырным спиртом.

При недостатке формола получается грязная, серая жидкость.

Серебрение. Зеркало помещают на кусочках стекла в кюветку, обращая его ко дну той стороной, которую желают серебрить. Тщательно смешивают обе жидкости, переливая смесь из одного сосуда в другой, и затем вливают смесь в кюветку.

Прополоскав зеркало и просушив его, можно прополировать крокусом на замше, если желательно удалить легкий мат с поверхности серебра.

Другой способ.

(Ф. Н. Красиков. «Практические занятия по математической географии. География в школе». Сборник № 2.)

В отдельных пробирках растворяют в дистиллированной воде немного ляписа и сегнетовой соли.

Дав охладиться, прибавляют к раствору ляписа нашатырного спирта. Сперва образуется грязный осадок, который при дальнейшем прибавлении нашатырного спирта растворяется. Не следует прибавлять избытка. К раствору ляписа в нашатырном спирте перед серебрением прибавляют раствор сегнетовой соли. Стекло перед серебрением тщательно вытирают (спиртом и азотной кислотой). На поверхности стекла помещают каплю жидкости и, взяв стекло щипцами или положив его на жестяную пластинку, осторожно нагревают на пламени спиртовой лампы, тогда на стекле осаждается ровный слой серебра.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ.

I. История астрономии.

Аррениус. Представление о мироздании на протяжении веков. Изд. «Сфинкс». Москва. 1911 г.
Берри. Краткая история астрономии. «Библиотека для самообразования». Москва. 1904 г.
Вселенная и человечество. Т. III.
Даннеман. Как создавалась наша картина мира. Изд. «Образование». Петроград. 1915 г.
Лодж. Пионеры науки. Изд. Павленкова. Спб. 1901 г.
Кларк. История астрономии в XIX веке. Одесса. 1913 г. Изд. «Матезис».
Успехи астрономии. Сборник. Изд. «Матезис». Одесса. 1904 г.
Митчель. Небесные светила. Изд. Клюкина. Москва. 1902 г.
Покровский. Успех астрономии в XIX в. Изд. Маркса. Петр. 1902 г.
Покровский. Новейшие успехи астрономии. Изд. Сойкина. Петр. 1914 г.
Автобиография Семенова, Ф. А. Изд. О-ва Любит. Мировед. Петр. 1920 г.
Предтеченский. Кеплер. Изд. Гржебина. Берлин. 1921 г.
Святский. Астрономические явления в русских летописях. Петр. 1915 г.
Ляпин. Гринвичская обсерватория в прошлом. «Русск. Астр. Календ.». Переменная часть на 1915 г.
Высотский. Николаевская Главная Астрономическая обсерватория в Пулкове. «Р. А. Кал.». Перемен. часть на 1915 г.
Араго. Биографии знаменитых астрономов, физиков и геометров. Спб.. 1859, 60, 61 г.г.
Биографии Коперника, Кеплера, Ньютона, Галилея, Бруно, Лапласа. Изд. Павленкова.
Лунд. Небо и мировоззрение в круговороте времен.

II. а) Теоретическая астрономя. в) Учебники.

Гаусс. Теоретическая астрономия. Изд. Гл. Гидрогр. Упр. Петр. 1919 г.
Цингер. Курс астрономии (часть теоретическая). Петр. 1922 г.
Глазенап. Космография. Петр. 1917 г.
Каменьщиков. Космография (полный курс). Спб. 1912 г.
Каменьщиков. Начальная астрономия. Госиздат. 1923 г.
Покровский. Курс космографии (полный курс).
Покровский. Краткий учебник космографии. Госиздат. Ленинград. 1924 г.
Соковнин. Учебник космографии. Изд. Луковникова. Спб. 1913 г.
Ройтман. Учебник космографии.
Тиссеран и Андуайе. Космография. Спб. 1908 г. Изд. Брокг. и Эфр.

Стратонов. Космография (полный курс). Москва. 1918 г.
Стратонов. Космография (краткий курс). Изд. Думнова. Москва. 1918 г.
Поллах. Космография. Госиздат. 1923 г.
Шульгин. Мореходная астрономия. Изд. Морведа. 1924 г.

III. Описательная астрономия.

Стратонов. Здание мира. Изд. Сойкина. Петр. 1916 г.
Ньюком и Энгельман. Астрономия. Петр. 1896 г.
Хандриков. Описательная астрономия. Киев. 1896 г.
Литров. Тайны неба. Изд. Брокгауза. Спб. 1904 г.
Мейер. Мироздание. Изд. «Просвещение». Спб. 1902 г.
Аррениус. Физика неба. Изд. «Матезис». Одесса. 1906 г.
Клейн. Прошлое, настоящее и будущее вселенной. Спб. 1900 г.
Ньюкомб. Астрономия для всех. Изд. «Матезис». Одесса. 1905 г.
Фламмарион. Живописная астрономия. Спб. 1899 г. Изд. Павленкова.
Предтеченский. Астроном-любитель.
Фламмарион. Звездное небо и его чудеса. Спб. 1899 г.
Фламмарион. История неба. Спб. 1879 г.
Иванов. Введение в астрономию. Гос. Изд. Москва. 1922 г.
Юнг. Описательная астрономия. Изд. «Methesis». Одесса. 1915 г.
Хинкс. Астрономия. СПБ.
Белопольский. Астроспектроскопия. Научн. издат. Петр. 1921 г.
Тихов. Астрофотометрия. Научн. изд. Петр. 1922 г.
Ройтман. Общедоступные очерки из области астрономии.
1. Форма земли и ее движение. Переизд. в 1922 г.
2. Луна. Солнце. Планеты. Кометы и падающие звезды. Звездные миры.
Игнатьев. Наука о небе и земле. Изд. Суворина. Петр. 1915 г.
Игнатьев. В царстве звезд и светил. I часть. Изд. Суворина. Петр. 1916 г.
Глазенап. Друзьям и любителям астрономии. Спб. 1904 г.
Мебиус. Астрономия. Киев. 1907 г.
Фелькнер. Астрономия для любознательных людей. Киев. 1892 г.
Новые идеи в астрономии. Петр. 1913—15 г.
1) Вып. Космогонические гипотезы.
2) — Земля. Ее внешняя форма и внутреннее строение.
3) — Космогонические гипотезы.
4) — Распространение звезд в пространстве и их движение.
5) — Кометы. Их природа и происхождение.
6) — Марс и его каналы.
7) — Звезды, их цвет и температура.
Клейн. Астрономические вечера. Изд. «Знание». Спб. 1900 г.
Игнатьев. Небесный мир. Изд. Вольфа. Спб.
Перельман. Далекие миры.
Юнг. Солнце. Спб.
Море. Солнце. Изд. Булгакова. Спб. 1904 г.
Стратонов. Солнце.
Эпик. Солнце по новейшим исследованиям. Госиздат. Москва. 1922 г.
Златинский. Солнце, его природа и физическое строение.
Иванов. Солнце. «Ежегодн. Русск. астр. О-ва». 1914 г.
Каменьщиков. Солнце. Изд. Сойкина. Петр. 1915 г.
Баев. Современные теории солнца.
Статьи в журнале «Мироведение».

Deslandres. Развитие наших знаний о солнечной атмосфере. («Изв. Русск. Астр. О-ва». Вып. XVI.)
Иванов. Полное солнечное затмение 8/21 VIII/14. Петр. 1914 г.
Лебединский. О фотографировании солнца призматической камерой («И. Р. А. О.» Вып. V).
Роговский. О составе атмосферы солнца и планет и их температуре («И. Р. А. О. Вып. VII и VIII).
Zennings. Солнечные затмения и древняя история («И. Р. А. О.» Вып. XIV).
Муратов. Неоднородность физического строения солнца («И. Р. А. О.» Вып. XVII).
Стратонов. Звезды. Изд. Салаевых. Москва. 1919 г.
Ньюкомб. Звезды. Гос. Изд. Москва. 1923 г.
Каундер. Наука о звездах. Изд. «Печатник». Москва. 1922 г.
Млейн. Звездный мир. Изд. «Образование». Спб. 1911 г.
Болль. Строение звезд.
Покровский. Наш вечный спутник. Изд. Сойкина. СПБ. 1913 г.
Ловелль. Марс и жизнь на нем. Изд. «Матезис». Одесса. 1911.
Бредихин. О кометах. «Природа». Спб. 1873 г. 1 и 2 кн.
Глазенап. Кометы. Спб. 1906 г.
Риги. Кометы и электроны. Изд. «Physice». Петр. 1912 г.
Ройтман. Галеева комета. Спб. 1910 г.
Аррениус. Образование миров. Изд. «Матезис». Одесса. 1908 г.
Бультон. Эволюция солнечной системы. Одесса. 1908 г.
Молль. Происхождение земли.
Баев. Об эволюции небесных тел. Научн. Книгоизд. Петр. 1920 г.
Аррениус. Судьба планет. Петр. 1912 г.
Каптейн. Строение вселенной. Научн. Книгоиздат. Петр. 1922 г.
Термикелев. Происхождение земли и первые дни ее жизни до появления организмов. Изд. Сытина. Москва 1907 г.
Фай. Происхождение мира. Изд. Губинского. Спб. 1894 г.
Беккерель. Эволюция материи и миров.
Витковский. За океан. Описание астрономич. обсерваторий. Изд. Суворина, 1901 г.
Хинкс. Астрономы и их обсерватории. Научн. Издат. Петроград. 1920 г.
Иванов. Пулковская обсерватория. Спб. 1884 г.
Фламмарион. Маленькая астрономия. Спб. 1902 г.
Александров. Тайны неба. Госиздат. Спб. 1920 г.
Игнатьев. Астрономические досуги. Москва. Изд. Сытина. 1912 г.
Статьи Баева, Михайлова, Перельмана и др. в журнале «В мастерской природы» (1910 — 1922).
Статьи в постоянной и переменной частях «Русского Астрономического Календаря».
Статьи в «Известиях Русского Астрономического Общества».
Статьи в «Ежегодниках Русского Астрономического Общества».
Статьи в журнале «Физическое Обозрение».
Роайе. История неба. Изд. Луковникова. Спб. 1902 г.
Поле. Звездные миры и их обитатели. Спб. 1903 г.
Классические космогонические гипотезы. Катп, Лонгис, Фей, Дарвин, Пуанкаре. Гос. Изд. 1923 г.
Танкок. Краткий очерк астрономии. Гос. Изд. Украины. 1923 г.
Резин. Алхимия и астрология. Изд. «Academia». 1924 г.
Вебер. Астрономические очерки. Изд. «Мысль». 1924.
Франц. Луна. Гос. Изд. 1923 г.
Вегенер. Происхождение луны и ее кратеров. Гос. Изд. 1923 г.
Ферсман. Химия мироздания. Петр. 1923 г.

Аррениус. Жизненный путь планет. Гос. Изд. 1923 г.
Чижов. Звездные вечера. Берлин. 1922 г.
Дарвин. Приливы и родственные им явления в солнечной системе. Гос. Изд. 1923 г.
Фабр. Звездное небо. Изд. Московский рабочий. 1924 г.
Высотский. Что мы знаем о Марсе. Изд. «Полярная Звезда». 1924 г.

IV. Практические руководства и пособия.

Цингер. Курс астрономии (часть практическая). Петр. 1915 г.
Звездная карта. Приложение к «Русскому Астрономическому Календарю» Нижегородского кружка люб. астроном. и физики.
Звездная карта до 30° южн. широты (диаметр 45 ст.) Изд. Нижегор. кружка любителей физики и астрономии.
Звездная карта. Приложение к «Ежегоднику Русского Астрономического О-ва» в Петрограде.
Мессер. Подвижная карта звездного неба.
Михайлов. Подвижная карта звездного неба. Научн. Книгоиздат. Петр. 1922 г.
Чикин. Подвижная карта звездного неба.
Михайлов. Звездный атлас на 4 листах. Изд. Моск. О-ва люб. астр.
Мессер. Звездный атлас. Спб. Изд. Риккера. 1901 г.
Михайлов. Атлас северного звездного неба. Москва. Гос. Изд.
Подвижная карта звездного неба. Изд. Ильина. Спб.
Дубровский. Учебная карта звездного неба.
Баев и Высотский. Атлас картин по астрономии. Изд. Сытина. Москва. 1914 г.
Гальперсон. Атлас луны. 2-е изд. Петр. 1922 г.
Предтеченский. Астроном любитель. Спб. 1902 г.
Двигубский. Что и как наблюдать на небе. Спб. 1904 г. Изд. Сойкина.
Рюдо. Как изучать небесные тела. Спб. 1911 г.
Платонов. Практические занятия по начальной астрономии. Госиздат. Москва. 1924 г.
Кэниссэ. Астрономическая фотография. Спб. 1912 г.
Игнатьев. В царстве звезд и светил. 2 книги. Наблюдательная астрономия для всех. 1916 г.
Адрианов. Руководство для первоначального ознакомления с небом путем самостоятельных наблюдений.
Сервисс. Астрономия с биноклем.
Дубровский. Простые физические приборы и наглядные пособия по космографии.
Усков. Математическая география в начальном курсе. Изд. Луковникова. 1914 г.
Якобсон. Общедоступная астрономическая обсерватория и постановка астрономических наблюдений. Петр. 1915 г.
Усков. Наглядные пособия к начальному курсу географии. Геогр. в школе. Сб. № 2.
Усков. Практические работы по начальному курсу географии. 1916 г.
Красиков. Практические занятия по математич. географии. География в школе. Сборник № 2. «Образование». 1914 г.
Справочная книжка для путешественников. Изд. Ильина. 1905 г.
Чикин. Отражательные телескопы. Петр. 1915 г.
Моррисон. Как построить географическую карту и как ею пользоваться. Изд. Сытина. Москва. 1907 г.
Шепли и X. Кортис. Размеры вселенной. Научное издательство. 1924 г.

Полак. Строение звездного мира. Изд. Сабашниковых. 1923 г.
Львов. Кометы и падающие звезды.
Муратов. Наблюдения луны. «Ежегодн. Р. А. О.» за 1911 г.
Муратов. Астрономическая труба. «Ежегодн. Р. А. О.» за 1912 г.
Высотский. О наблюдениях переменных звезд. «К. Р. А. О.». 1914 г.
Покровский. Астрономическая труба и общие приемы наблюдений. Пост. часть «Русск. Астр. календ.» 1912 г.
Голубев. О выборе трубы для любителей астрономии. Пост. часть. «Р. А. К.». 1912 г.
Блажко. Фотографирование неба обыкновенной зрительной трубой и фотографической камерой. Там же.
Покровский. Инструкция к наблюдению солнечных пятен.
Розанов. Фотографирование солнца. Там же.
Покровский. Инструкция к наблюдению падающих звезд. Пост. часть «Р. А. К.» 1912 г.
Левицкий. Наблюдение солнечных пятен. «Изв. Русск. Астр. О-ва». Вып. 5.
Инструкция наблюдений солнечных затмений. Изд. Русск О-ва любит. миров. Петр. 1914.
Инструкция наблюдений солнечных затмений. «Изв. Русск. Геогр. Общ.» т. XXXII.
Иванов. Инструкция для наблюдения полного солнечного затмения. «Ежег. Русск. Астр. О-ва» на 1914 г.
Бялокоз. Международный счет времени. Петр. 1919 г.
Ахматов. Поясное время. Петр. 1919 г.
Покровский. Звездный атлас. Гос. Изд. 1923 г.
Покровский. Путеводитель по небу. Гос. Изд. 1923 г.
Каменьщиков. Астрономические задачи. Гос. Изд. 1923 г.
Самгин. Календарь, его значение и реформа. Гос. Изд.
Глазенап. Друзьям и любителям астрономии.
Каменьщиков. Мироздание. 1923 г.
Набоков. Начальная астрономия в наблюдениях и работах.

V. Программы и методические статьи.

Шарнгорст. Программа курса математической географии. Изв. Русск. Астр. О-ва. 1897 г. Вып. VI.
Ройтман. Мысли о преподавании космографии. «Педагогич. Сборник». 1911 г. № 1, 2, 3.
Ройтман. Несколько мыслей о наглядном преподавании космографии.
Статьи в журнале «Природа в школе» за 1906 г. №№ 7 и 10.
Якобсон. Что читать по астрономии. Петр. 1913 г.
Программа наблюдений над небесными явлениями для I и II ступени школы. Сборник программ школьных наблюдений над природой. Петр. Гос. Изд. 1922 г.
Программа по астрономии для семилетней школы. Программы семилетней единой трудовой школы. Петр. Гос. Изд. 1921 г.
Объяснительная записка к программе космографии. Описание работ и план занятий. Общая программа и инструкция для преподавания учебных предметов в кад. корпусах. Петр. 1915 г.

VI. Календари и журналы.

Ежегодник Государственного Вычислительного Института. Ленинград. Издается с 1922 г.

Русский Астрономический календарь. Издание Нижегородск. кружка любит. физики и астрономии:

а) постоянная часть

б) переменная (ежегодно).

Ежегодник Русского Астрономического Общества. Петроград. 1923 г.

Наглядный Астрономический стенной календарь на 1923 и 24 г. Изд. журнала «Унзере Виршафт». Покровск. Сарат. губ. Область Немцев Поволжья.

Известия Русского Астрономического Общества. Журнал. Петроград. 1923 г.

Мироведение. («Известия Русского О-ва любителей мироведения») Журнал. Ленинград.

В мастерской природы. Журнал. Ленинград.

Человек и Природа. Популярный естественно-научный журнал. Ленинград. Госиздат.